ZEITSCHRIFT
für
Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie)
und
Pflanzenschutz
mit besonderer Berücksichtigung der Krankheiten
von landwirtschaftlichen, forstlichen und gärtnerischen Kulturpflanzen.

42. Jahrgang. September 1932 Heft 9.

Originalabhandlungen.

Rhabdocline-Erkrankung an der Douglasie und ihre Bekämpfung.

Mit 7 Abbildungen.

Von Professor von Tubeuf.

Seit den ersten Publikationen aus Amerika und seit den ersten Nachrichten vom Auftreten dieser Krankheit in Schottland und dann in Holland habe ich mich mit aller Energie für Schaffung eines Pflanzenschutzgesetzes und für Verhinderung der Einfuhr von Nadelholzpflanzen nach Deutschland eingesetzt, ebenso auch gegen die Verbreitung von Nadelholzpflanzen durch den Binnenhandel, solange die Handelsbaumschulen nicht einer zuverlässigen Kontrolle unterstellt sind.

Trotz alledem sind alsbald nach diesen Alarmrufen ein paar Herde des Nadelschüttepilzes der Douglasie in Norddeutschland entdeckt worden. Jedenfalls bestanden sie schon, als das Einfuhrverbot für Nadelholzpflanzen und lebendes Reisig nach Deutschland erlassen wurde; wahrscheinlich waren sie damals schon nicht die einzigen. Ich trat nun mit allen deutschen Forstverwaltungen in Beziehung und versorgte sie mit meinen aufklärenden Schriften und nahm in der Literatur den unerquicklichen Kampf auf gegen sehr lebhafte Bestrebungen, den eingeschleppten Parasiten nicht nur zu dulden, sondern zu pflegen und in der Ausbreitung zu fördern. Ich trat auch energisch für die Ermittlung aller Krankheitsherde in Deutschland und für ihre Austilgung ein und ich bemühe mich heute noch, den Standpunkt zu vertreten, daß wir in der Lage sind, das Fortschreiten des Pilzes zu hemmen und unsere

Douglasien uns zu erhalten, auch denen gegenüber, die glauben von der Seuche so überrannt zu sein, daß wir die Hände in den Schoß legen dürften. Ich habe die Überzeugung, daß wir bei gutem Willen und energischem, konsequentem Vorgehen uns durchsetzen und eine Katastrophe abwehren können. Dies ist um so leichter, als der Pilz in Deutschland sich fast nur auf die blauen — und ich rechne zu ihnen auch die bläulichen — Douglasien aus den kontinentaleren Gebieten des Felsengebirges beschränkt hat, die grünen aus dem pazifischen Gebiete des westlichen Nordamerika im allgemeinen verschonte. Wir wissen jedoch nicht, unter welchen Bedingungen Infektionen der letzteren, von denen die Amerikaner berichten, zustande kommen; wir wissen vor allem nicht, ob es sich bei den Erkrankungen in Amerika auch wirklich um rein grüne Pflanzen der pazifischen Art und unter natürlichen Verhältnissen handelte; demnach wissen wir auch nicht sicher, ob wir dauernd mit vorwiegender Immunität unserer grünen Art rechnen dürfen. Wir können aber nach den bisherigen Erfahrungen annehmen, daß für uns zur Zeit fast nur die Austilgung erkrankter Pflanzen der blauen und bläulichen Art in Frage kommt. Das ist eine beruhigende Erfahrung, weil unser Anbauziel doch die grüne und nicht die viel langsamer wachsende und niedriger bleibende blaue Douglasie von Anfang an war.

Es bleibt der preußischen forstlichen Versuchsanstalt überlassen, die Gründe für die starke Verbreitung gerade der blauen Douglasie in Norddeutschland festzustellen. Die langsamwüchsige blaue Art ist frosthärter und anspruchsloser an die Feuchtigkeit von Luft und Boden wie die grüne. Es war zu Anfang der Anbauversuche eine lebhafte Meinungsdifferenz, ob man diese Art oder die grüne anbauen solle.

Die Amerikaner haben die beiden nur als Varietäten auseinander gehalten; das Motiv, den Anbau zu empfehlen für John Booth war die Schnellwüchsigkeit des pazifischen Riesenbaumes und erst als Frostschäden bei uns eintraten, suchte er Samen aus dem hohen Nordwesten der Union zu beschaffen in der Hoffnung, eine frostharte Form zu erhalten. Heinrich Mayr aber trat anfangs für die blaue Art aus demselben Grund der Frostresistenz ein.

Die Gärtner protegieren nicht nur aus diesem Grunde die blaue Art, sondern auch wegen ihres größeren Wertes als Zierbaum. Der geschlossene Säulenwuchs und die dunkelgrüne Farbe der bläulich bereiften Nadeln, vielleicht auch gerade der langsame Wuchs war für ihre Bestrebungen ausschlaggebend. Wir wissen aber nicht nur, daß die Rhabdocline vorwiegend unsere blauen und bläulichen Douglasien befallen hat, wir wissen auch, daß alle an die Nord- und Ostsee stoßenden deutschen Länder von Oldenburg bis etwa nach Westpreußen Herde der neuen Krankheit haben und daß sich diese nach südlicher Richtung

vermehren und daß diese Ausbreitung nicht etwa nur durch den Wind erfolgte, sondern wohl auch durch Pflanzenversand, der bisher am meisten für die schnelle Verbreitung wichtiger Pflanzenkrankheiten verantwortlich gemacht werden mußte und durch die Schiff-, Bahn- und Postversendung sprungweise ganz plötzlich auf weite Entfernung, ja selbst über Ozeane hinweg, Krankheiten verschleppen kann.

Die Verbreitung der Krankheit im Inlande dürfte auch durch Parks und Gärten und besonders durch die Anlagen großer Provenienzversuche in verschiedenen Teilen des Reiches, die nicht etwa nur mittelst Saaten, sondern auch durch Bezug großer Massen von Pflanzen begründet wurden, Vorschub erfahren haben.

Wir wissen jetzt, daß nach Austilgung eines neuen Herdes in Nordbayern, ganz Süddeutschland rechts des Rheines und wohl auch Hessen und Sachsen von der Seuche frei sind und es besteht die ernste Pflicht, alles zu tun, diese große Landfläche ebenso wie das ganze östliche Preußen frei zu erhalten und jeder etwaigen Neueinschleppung — die ja durch gärtnerischen und privaten Pflanzenbezug trotz aller Aufklärung noch vorkommen kann — vorzubeugen, bezw. sie schon im Keime zu ersticken!

Die Bekämpfung soll im ersten Frühjahr erfolgen und spätestens anfangs Mai beendet sein. Die dabei in die Streu abgefallenen Nadeln sind keine Gefahr mehr, die toten Nadeln und Zweige auch nicht, sondern nur die jungen Nadeln an den letztjährigen Trieben vor dem Mai. Sicher führt nur das Extinctions-Verfahren zum Ziele. Bei diesem sollen alle erkrankten Nadeln vernichtet werden. Dies ist nur möglich durch Entastungen oder Fällungen. Geschieht dies im Laufe des Frühlings, dann schrumpfen die Nadeln und die Pilzfruchtkörper an ihnen kommen nicht mehr zur Entwicklung und Reife. Es muß aber solche Reinigung vor dem Knospenaustrieb im Mai bereits erfolgt sein, also im März—April! Wo es geht, ist das Verbrennen der grünbelaubten Reisigzweige am zweckmäßigsten.

In staatlichen Betrieben kann die Durchführung dieser Maßnahmen natürlich leicht kontrolliert werden, weniger leicht in Gemeinde-, Stiftungs- und Privatwaldungen. Für diese sollte in den Ländern, in welchen eine Kontrolleinrichtung noch nicht besteht, eine solche geschaffen werden.

Was uns aber — wie ich schon oft betonte — am meisten nottut, das ist die Kontrolle der Handelsgärtnereien und die Verhinderung der Versendung kranker Pflanzen. Am einfachsten wäre vorläufig ein Verbot des Verkaufes und Versandes blauer und bläulicher Douglasienpflanzen. Was von Staat zu Staat als notwendig erkannt wurde, gilt natürlich auch für das Inland.

Die bisher durchgeführte Feststellungs- und Säuberungsaktion ist für das Jahr 1932 erfolgt. Damit ist der Anfang der Bekämpfung eingeleitet. Es muß nun durch die weiteren Monate des Jahres 1932 und durch die folgenden Jahre dauernd weiter beobachtet werden, natürlich auch bei Douglasien in Baumschulen, nichtstaatlichen Wäldern und Handelsgärtnereien. Es muß also wie in diesem Jahre, so auch in den folgenden Jahren regelmäßig der Gesundheitszustand der Douglasien allüberall festgestellt und im Falle des Auftretens der Seuche die Bekämpfung aufgenommen, bezw. wiederholt werden. Um diese Feststellung und Erkennung der Rhabdocline-Krankheit allgemein zu ermöglichen, ist es notwendig, gute Abbildungen und Beschreibungen der Krankheitserscheinung gelesen und gesehen zu haben. Da es hieran im Jahre 1932 vielfach noch gefehlt hat und die verschiedene illustrierte Literatur nicht bis zu den praktischen Forstbeamten vorgedrungen ist, fasse ich die Resultate für die Praxis in folgendem, separat erscheinenden Auszuge kurz zusammen:

Douglasien-Schütte. Zusammenfassung.[1])

Der Parasit entwickelt sich auf den einjährigen Nadeln der blauen und bläulichen Douglasie (selten auch der grünen!), welche er bald nach der Entfaltung aus der Knospe infiziert, also im Frühling und wohl zumeist im Mai. Er reift seine Apothecien und in ihnen seine Schlauch-(Asco-)Sporen ein Jahr später auf den Nadeln, welche nunmehr dem eben ins zweite Jahr gehenden Sproß angehören.

Der Parasit gehört wie die Schüttepilze (Hysteriaceen) der Kiefern, Fichten, Tannen, den Ascomyceten oder Schlauchpilzen an. Am meisten erinnert er an die Gattung *Hypoderma*, zu der *Hypoderma strobicola* Tub. (syn. *Lophodermium brachysporum* Rostr.) und *Hypoderma robustum* Tub. gehören. Er unterscheidet sich von ihnen aber schon äußerlich dadurch, daß seine Schlauchpolster bräunlich erscheinen, während jene der Hysteriaceen oder Lophodermieen eine schwarze Decke tragen. Seine Polster rechts und links der Längsrippe der Douglasien-Nadeln erinnern daher in der Farbe mehr an jene der noch unreifen Teleutosporenpolster der *Uredinee* „*Chrysomyxa abietis*" an der Fichte; sie sind auch wie diese ziemlich erhaben.

Die Reifung der Apothecien (Schlauchfrüchte) und der Ascosporen erfolgt in sehr kurzer Zeit im Frühling (etwa Mai) kurz, nachdem die Knospen eines Tragzweiges sich öffneten und die neuen Maitriebe sich entwickeln.

[1]) Auszug für die Praxis aus der Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten Bd. 42, S. 417, 1932. Separat vom Verlag E. Ulmer, Stuttgart, Olgastraße 83 zu beziehen.

Die eben an diesen neuen Sprossen gebildeten Mainadeln müssen von den reifen Sporen der Schlauchgehäuse auf den Nadeln der vorjährigen (eben ins zweite Jahr tretenden) Sprosse infiziert werden.

Die Entwicklung des Pilzes ist also einjährig. Der Frühlingsinfektion folgt die Reife im folgenden Frühling. Nach dieser Reife welken die Nadeln und fallen ab (Nadelschütte).

Nach erfolgter Infektion entwickelt sich das Myzel in der jungen Nadel auf beschränktem Gebiete. Die Nadeln vollenden trotz erfolgter Infektion ihre Entwicklung und wachsen zur normalen Größe heran. Eine Form- und Größenstörung erfahren sie nicht. Jedoch erscheinen, den Infektionen entsprechend, braune scharf begrenzte Flecke auf der Nadelober- und -unterseite, die oft zu mehreren zusammenfließen. Dieses Bild, was im Laufe des Sommers entsteht und über Winter unverändert bleibt, habe ich als Marmorierung bezeichnet. Es ist ein untrügliches Zeichen für den Rhabdocline-Befall der einjährigen Nadeln und somit der letztjährigen Sprosse[1]). Bei erstmaligen Infektionen bisher gesund gewesener Douglasien sind nur die Nadeln der letzten, jüngsten Sprosse marmoriert, die vorjährigen und älteren Nadeln aber ganz normal. (Siehe Abb. 1 und 3). War aber die Douglasie am selben Aste schon im Vorjahre erkrankt, dann ist der vorjährige Sproß durch Abwurf der befallenen Nadeln schon ganz oder teilweise kahl, d. h. entnadelt (s. Abb. 2). Die Schläuche, inmitten von fädigen Paraphysen enthalten 8 ovale Sporen (s. Abb. 5). Diese werden aus den Schläuchen ausgeworfen und erhalten eine Querwand, welche oft schon vorher durch Einschnürung der Sporen angekündigt ist. Die zwei Sporenzellen oder nur eine der beiden wird dickwandig und bräunlich und keimt zu einer Infektionshyphe aus, die andere bleibt farblos, zartwandig und ungekeimt (s. Abb. 5). Die Sporen sind viel größer und schwerer wie die winzigen zur Windverbreitung auf größere Entfernungen befähigten Sporidien der Uredineen. Das Myzel ist auf einem kleinen Bezirk um die Infektionsstelle lokalisiert; es ist farblos und tötet die Wirtzellen, deren Inhalt sich bräunt und Ölkugeln führt, so daß braune Nadelflecke entstehen (s. Abb. 7). Die nichtbefallenen Nadelzellen bleiben frisch, grün und stärkereich. Die Sporen haben wie jene der Hysteriaceen eine quellbare Außenschicht, welche das Anhaften ermöglicht und wohl auch gegen schnelle Verdunstung schützt.

---

[1]) Die durch Winter- oder Frühjahrsfrost (1931/32) getöteten Zweigspitzen jüngerer Pflanzen haben ihre im ganzen leuchtend rotbraunen, toten Nadeln behalten. Manchmal sind nur die Nadeln tot, der Sproß und die Blattachselknospen aber lebend geblieben. In derselben Kultur wechseln Pflanzen, welche stark gelitten haben, mit restistenderen, die gesund geblieben sind.

Andere Fortpflanzungsorgane wie die Ascosporen kommen nicht vor; es fehlen also Conidien.

Die Öffnung der Apothecien erfolgt wie bei den Hysteriaceen mit Längsspalt der bedeckenden Nadeloberhaut (s. Abb. 4 und 5). Der nach Sporenabwurf eintretenden Trocknis der vielfach durch die Apothecienöffnung verwundeten Nadel folgt der Nadelabwurf (s. Abb. 2).

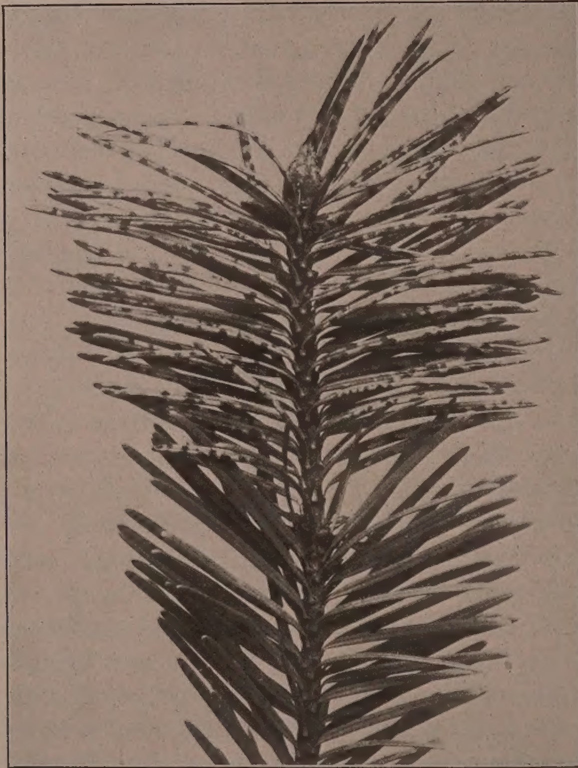


Abb. 1. Lebender Zweig der Douglastanne mit braunen Flecken auf den noch grünen Nadeln des letztjährigen Sprosses als Zeichen der im Vorjahre (1926) erfolgten Infektionen. Die Nadeln des vorvorjährigen Sprosses (von 1925) sind völlig gesund und demnach nicht infiziert. Die photographische Aufnahme des lebenden Zweiges erfolgte am 27. April 1927 in meinem Laboratorium. (Orig. Tubeuf.)

Die Entnadelung kann wie die Kiefernschütte an jungen Pflanzen in Saat- und Verschulbeeten, Jugenden und Stangenhölzern sich ausbreiten und Schaden tun, doch wird an den leicht erreichbaren Pflanzen Bespritzung mit Kupfer-Kalk-(Bordelaiser-)Brühe als Vorbeugungsmittel empfohlen. Diese müßte auf die jungen Nadeln (etwa im Mai)

gespritzt werden. Ob hiebei die Infektionen nicht zuvorkommen, wäre allerdings noch zu erproben! Ferner ist zu bemerken, daß nach Liese in Deutschland bisher jugendliche Pflanzen unter Stangenholzalter,



Abb. 2. 4 jähriger Zweig der blauen Douglasie. $^1/_2$ natürliche Größe. Aufnahme vom 22. April 1932. Die letzten Triebe vom Jahre 1931 sind vollbenadelt, aber stark infiziert, so daß sie im Laufe des Mai's ihre Apothezien gereift, geöffnet und mit den Sporen neue Maitriebe infiziert hätten. Die vorletzten Triebe waren stark infiziert und wurden im Vorjahre entnadelt. Die älteren Triebe haben, als sie Maitriebe waren, nur vereinzelte Nadeln verloren, da die Infektionen nur wenige Nadeln betroffen hatten. Der Pilz hat sich also am Standorte, von dem die Zweige herrühren, allmählich sehr stark vermehrt. (Orig. Tubeuf).

noch nicht befallen worden sein sollen, während Rhode-Münden auch Nadeln erst zweijähriger Pflanzen befallen fand.

Die Bekämpfung durch Entfernen der erkrankten Äste oder Fällung der erkrankten Pflanzen und Stangen und das Verbrennen des Reisigs



Abb. 3. Letztjähriger Sproß der blauen Douglasie. Aufn. vom 22. April 1932, etwas vergrößert.

Sämtliche Nadeln wurden im Vorjahr an zahlreichen Stellen infiziert. Die Nadeln sind ausgewachsen und schön blaugrün. Die vom Pilzmycel bewohnten Teile sind braun, aber nicht geschrumpft. Die grünen Nadeln erscheinen also braun marmoriert; sie werden in 4 Wochen ihre Apothecien gebildet, gereift, die Sporen aus den Schläuchen abgeworfen haben und dann allmählich selbst abfallen. (Orig. Tubeuf).

kann während des ganzen Herbstes, Winters und im ersten Frühling geschehen, muß aber vor Beginn der Vegetation im Frühling vollendet sein.



Abb. 4. Ein Stück der Douglastannennadel mit aufbrechenden Apothezien, stark vergrößert. Nach Weir (l. c.).

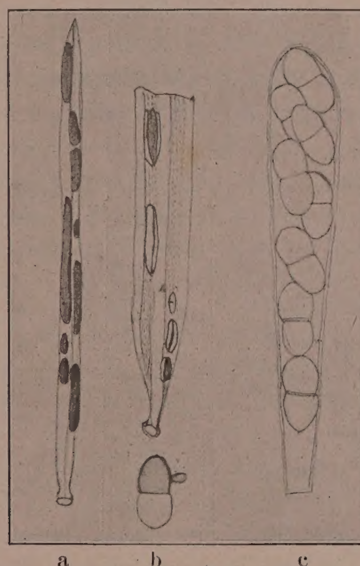


Abb. 5. (v. Tubeuf nach dem Leben gezeichn.) a) Eine Douglasiennadel mit 2 Reihen noch geschlossener, reifer Apothezien auf der Unterseite. b) Ein Nadelstück mit geöffneten, reifen Apothezien auf der Unterseite, darunter eine Spore mit einer hyalinen und einer dunklen Zelle, letztere in Keimung. c) Ein Schlauch mit reifen, bereits zweizellig gewordenen Sporen.



Abb. 6. Einzelnadeln von Abb. 3 in Zeichnung. (Orig. Tubeuf).

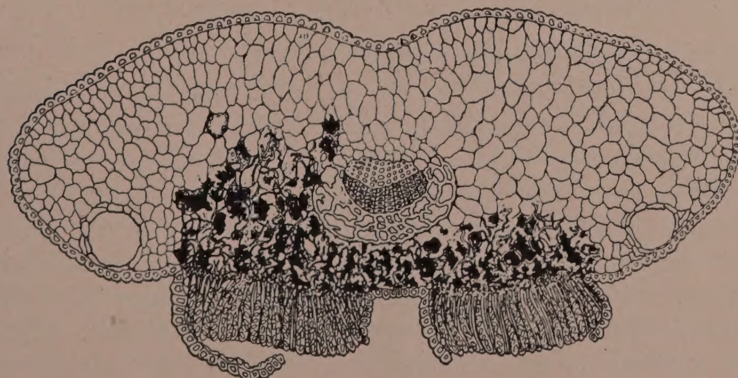


Abb. 7. Querschnitt durch die Mitte der Nadel einer grünen Douglastanne, welche von dem Parasiten befallen ist. 2 Apothezien mit 8 noch 1 zelligen reifen Sporen haben die Epidermis gesprengt und emporgehoben. Nur der durch den gebräunten (nicht schwarz wie in der Abbildung erscheinenden) Inhalt der Zellen auffallende Nadelteil ist von dem Mycel durchwuchert. Die Zellen sind getötet. Nach Weir (l. c.).

Umfrage.

Betreff: Bekämpfung der Rhabdocline an Douglasie.

Zwei Fragen, die für die Bekämpfung wichtig sind, scheinen mir noch nicht genügend geklärt zu sein:

1. Ist die Rhabdocline, wie wir jetzt in Deutschland annehmen, wirklich nur auf blaue oder bläuliche Douglastannen beschränkt? (Vielfach scheint der Unterschied zwischen beiden Holzarten in der Praxis nicht genügend bekannt zu sein, zumal durch den Anbau der sogen. *Caesia* viele Zwischenfarben verbreitet worden sind).
2. Werden die jungen 1—10jährigen Pflanzen wirklich verschont? (Professor Liese nimmt dies nach seiner Erfahrung an. Eine theoretische Warscheinlichkeit liegt aber zu dieser Annahme nicht vor, da eine physio logische Verschiedenheit der einjährigen Nadeln an einer 5, 10 oder 20jährigen Douglasie nicht bekannt ist).

Ich wäre für Mitteilungen, die zur Klärung dieser beiden Fragen dienen, sehr dankbar.

Es ist zu wünschen, daß die Beantwortung im In- und Auslande erfolgt, da sie ja unter verschiedenen äußeren Verhältnissen auch verschieden ausfallen kann.

Professor von Tubeuf.
Adr.: München 2 NW, Amalienstraße 52 G. G.

Vergleichende Untersuchungen über die Wirkung einiger Kontaktgifte auf Forstschädlinge.

Von Dr. F. Schwerdtfeger, Hann.Münden.

Mit 5 Tabellen und 7 Abbildungen.

Nachdem vor sieben Jahren die chemische Bekämpfungsweise größten Ausmaßes Eingang in die Forstschädlingsbekämpfung gefunden hat und innerhalb dieser kurzen Zeitspanne teils weniger befriedigende, teils ausgezeichnete Erfolge mit den angewandten Fraßgiften erzielt worden sind, macht sich neuerdings ein Umschwung der Meinungen über die Verwendbarkeit von Fraßgiften zugunsten der Kontaktgifte bemerkbar. Die Vorzüge des Kontaktgiftes gegenüber dem Fraßgift sind von Escherich und Weis auseinandergesetzt worden. Praktische Anwendung in größerem Umfange hat in der Forstschädlingsbekämpfung erst ein Berührungsgift, das „Forestit" der Firma Merck-Darmstadt gefunden (v. Bülow, Escherich, Marcus). Angeregt durch die mit diesem Kontaktgift erzielten guten Ergebnisse haben auch andere Firmen mit der Herstellung von Hautgiften für die Bekämpfung der forstlichen Großschädlinge begonnen. So hat kürzlich Hulver-

scheidt über Bestäubungsversuche gegen Lophyrus mit einem Kontaktgift der Firma Schering-Kahlbaum-Berlin berichtet. Zweck der vorliegenden Untersuchungen war es, ein Bild zu bekommen über die Wirksamkeit der augenblicklich im Handel befindlichen Präparate; damit sollte dem Verbraucher die Wahl des anzuwendenden Mittels erleichtert, dem Hersteller aber gegebenenfalls Anregung zur Verbesserung seines Giftes gegeben werden. Die Untersuchungen mußten infolge besonderer Umstände innerhalb kürzester Zeit durchgeführt werden; sie konnten sich daher nur auf einige Forstschädlinge und wenige Raupenstadien erstrecken.

Die untersuchten Gifte.

Geprüft wurden die in Tabelle 1 zusammengestellten Kontaktgifte:

Tabelle 1.

Name	Firma	Herstellungsort	Beschaffenheit	Abkürzung
Derrothan I	Chemische Rohstoff G. m. b. H.	Berlin SO 36, Köpenickerstr. 154	Pulver	D I
Derrothan II	dto.	dto.	„	D II
Derrothan	dto.	dto.	Emulsion	D E
Forestit	E. Merck	Darmstadt	Pulver	F
Verindal I	Schering-Kahlbaum A.-G.	Berlin N 65, Müllerstr. 170/71	„	V I
Verindal II	dto.	dto.	„	V II

Derrothan ist ein Derris-Präparat; der wirksame Bestandteil ist also eine Droge. Es dürfte in seiner Zusammensetzung den im deutschen Pflanzenschutz seit einiger Zeit verwandten Präparaten Polvo und Polvosol der englichen Firma Cooper, Mc. Dougall und Robertson, Ltd., Berkhamsted, ähneln. Polvo hat sich glänzend als staubförmiges Erdflohmittel bewährt und zeigte in neueren Untersuchungen von Weis eine vortreffliche insecticide Wirkung gegenüber Forstschädlingen; Polvosol wurde kürzlich von Jancke zur Bekämpfung von Kirschblütenmotte und Kirschfliege empfohlen. Derrothan wird hergestellt als feinkörniges Pulver (D I und D II) von hellbrauner Farbe; es besitzt einen ziemlich intensiven, aber nicht unangenehmen Geruch. Außerdem wird eine Emulsion (D E) in den Handel gebracht, die ebenfalls hellbraun, milchkaffeeähnlich aussieht.

Forestit ist ein feinpulveriges fast geruchloses Stäubemittel von weißgrauer Farbe. Es ist das einzige Kontaktgift, über das bisher

Erfahrungen aus größeren Bekämpfungsaktionen vorliegen. Über Laboratoriumsversuche mit diesem Gift hat Weis berichtet, die in der Praxis gemachten Erfahrungen haben v. Bülow, Escherich und Marcus mitgeteilt. Auf Grund dieser Berichte sowie aus eigener Anschauung während der Forleulenbekämpfung im Nürnberger Reichswald 1931 kann das Forestit als ein Gift bezeichnet werden, das sich gegen die Eule ausgezeichnet bewährt hat und anscheinend auch gegen den Kiefernspanner, allerdings nur gegen jüngere Stadien, mit Erfolg verwandt werden kann.

Verindal ist ein feinkörniges Pulver, nahezu geruchlos und von hell-graubrauner Farbe. Es wurde in zwei verschiedenen Zusammensetzungen (V I und V II) geprüft.

Die Gifte werden im Folgenden vielfach mit den in Tabelle 1 angegebenen Abkürzungen bezeichnet werden.

Material und Methode.

Die Prüfung der Gifte wurde als Serienversuch (Stellwaag) mit Raupen des Kiefernspinners, *Dendrolimus pini* L., der Nonne, *Lymantria monacha* L., und der Forleule, *Panolis flammea* Schiff. ausgeführt. Die Spinnerraupen waren im November 1931 in der preußischen Staatsoberförsterei Staakow, Regierungsbezirk Potsdam, gesammelt und im Zoologischen Institut der Forstlichen Hochschule Hann.Münden überwintert worden. Die Nonnen- und Eulenraupen entstammten Zuchten des gleichen Instituts.

Wenn die Wirksamkeit der einzelnen Gifte vergleichend geprüft werden sollte, so mußte in jede Versuchsreihe eine gleiche Anzahl Raupen gleichen Alters unter gleichen Verhältnissen mit der gleichen Giftmenge bestäubt werden. Der Giftwert (Stellwaag) konnte dann auf Grund der in einem bestimmten Zeitraum abgestorbenen Versuchstiere ermittelt werden.

Die Versuche wurden in der gleichen Weise, wie sie früher (1932) von mir geschildert worden ist, durchgeführt. Die Raupen wurden in 2 Liter fassende, mit frischen Kiefernzweigen gefüllte Glasgefäße gesetzt. Sie wurden dann mit einer Giftmenge bestäubt, die der in der Bekämpfungspraxis üblichen Dosierung von 50 kg je Hektar entspricht; auf die etwa 10 qcm große Grundfläche der Gläser umgerechnet ergab sich eine Giftmenge von 50 mg je Glas. Zu jeder Versuchsreihe gehörte ein nichtbegifteter Kontrollversuch. Die Versuchsgläser standen im geheizten Raum unmittelbar nebeneinander unter gleichen Licht-, Luftfeuchtigkeits- und Temperaturbedingungen. Die Wirkung der Gifte wurde kontrolliert durch Auszählen der toten Raupen oder durch Wägen des lufttrockenen Kotes.

Begiftungsversuche.

1. Kiefernspinner, *Dendrolimus pini* L.

Infolge Fehlens jüngerer Stadien konnten die Versuche nur mit verhältnismäßig alten Raupen durchgeführt werden, und zwar mit mittelgroßen Raupen, die hauptsächlich dem VI. Stadium angehörten und mit ausgewachsenen, verpuppungsreifen Raupen des IX. Stadiums. Die Verwendung alter Raupen, die zunächst recht ungeeignet für die Prüfung der Giftwirkung erschien, erwies sich im Verlauf der Versuche als äußerst vorteilhaft zur Erkennung der graduellen Unterschiede in der Wirksamkeit der einzelnen Mittel; denn die alte, durch ihre Behaarung gegen Kontaktgifte ziemlich unempfindliche Spinnerraupe reagiert nur wenig auf eine Giftbestäubung und läßt gerade infolge dieser geringen Reaktion die Verschiedenheiten der einzelnen Gifte deutlicher hervortreten als z. B. junge Eulenraupen, die in sämtlichen Giftversuchen restlos abstarben.

Das Ergebnis des ersten Versuchs mit mittelgroßen Spinnerraupen des VI. Stadiums zeigt Tabelle 2. Jedes Versuchsglas wurde mit 11 Raupen besetzt. Die erste Spalte bringt die Zahlen des unbegifteten Kontrollversuchs (K). Der Versuch wurde nach dem 4. Tage abgebrochen, da sich innerhalb dieses Zeitraums ein hinreichend genaues Bild von der Wirksamkeit der einzelnen Gifte ergeben hatte.

Tabelle 2.

Sterblichkeit von Kiefernspinnerraupen des VI. Stadiums nach Bestäubung mit Kontaktgiften. Ausgangspopulation 11 Raupen. Dosis 50 kg/ha.

Glas	1	2	3	4	5	6	7
Behandlung	K	D I	D II	DE	F	V I	V II
Tote Raupen nach 24 Stunden	0	4	1	11	0	0	0
„ 48 „	0	2	3	0	0	1	0
„ 72 „	0	0	1	0	0	5	0
„ 96 „	0	1	0	0	1	1	0
Summe	0	7	5	11	1	7	0

Die Derrothan-Emulsion brachte am ersten Tage eine hundertprozentige Abtötung. Am nächsten stehen ihr in der Giftwirkung Derrothan I und Verindal I; ersteres brachte den größten Prozentsatz an abgetöteten Raupen am ersten Tage, letzteres am dritten Tage nach der Bestäubung. Es folgen hinsichtlich der Wirksamkeit Derrothan II, Forestit und schließlich Verindal II, das gar keine Abtötung ergab.

Ordnet man die geprüften Mittel nach ihrer in diesem ersten Versuch gezeigten Giftwirkung, so ergibt sich folgende Reihe:

DE, D I, V I, D II, F, V II.

Zu dieser Bewertung ist zu sagen, daß die Wirkung der Emulsion nicht mit den anderen pulverförmigen Präparaten verglichen werden kann, da die genaue Dosierung der Emulsion auf Schwierigkeiten stieß. Es war nicht möglich, genau 50 mg auf die Zweige zu verspritzen; die Dosierung erfolgte mehr gefühlsmäßig; so fehlt die Vergleichsmöglichkeit mit den Pulvern, und es wird daher bei den folgenden Bewertungen die Emulsion außer Acht gelassen.

Neben der Ermittlung der täglich abgestorbenen Raupen wurde auch die in den letzten 24 Stunden gefallene Kotmenge in lufttrockenem Zustande gewogen. Das Ergebnis dieser Kotwägungen zeigt Abb. 1. Die absolut größten Kotmengen fielen im Kontrollglas; sie zeigen eine

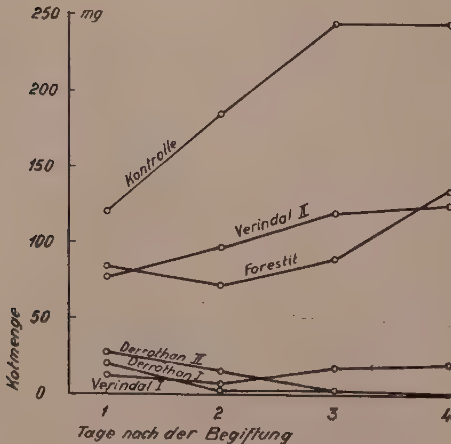


Abb. 1. Kotkurven von Kiefernspinnerraupen des VI. Stadiums nach Begiftung mit Kontaktgiften. Dosis 50 kg/ha.

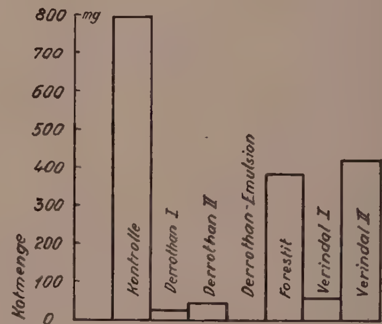


Abb. 2. Viertägige Kotmenge von Kiefernspinnerraupen des VI. Stadiums nach Begiftung mit Kontaktgiften. Dosis 50 kg/ha.

stark steigende Tendenz. Ganz ähnliche Tendenz weist Verindal II auf, das allerdings hinsichtlich der absoluten Menge wesentlich hinter der Kontrolle zurückbleibt. Forestit zeigt eine merkliche Giftwirkung durch Absinken der Kotkurve bis zum zweiten Tage nach der Bestäubung; dann steigt die Kurve allerdings wieder. Die Begiftung mit Derrothan II, Derrothan I und Verindal I ergab die geringsten Kotmengen, die zudem, wenigstens für die beiden erstgenannten Mittel, eine dauernd absinkende Tendenz bis zum Nullpunkt am 4. Tage nach der Bestäubung aufwiesen. In dem mit der Emulsion bespritzten Glase ist es zu einer Kotabgabe garnicht gekommen.

Summiert man die in den 4 Tagen gefallenen Kotmengen, so ergibt sich das Bild der Abb. 2. Ganz deutlich wird hier die geringe Wirkung von Forestit und Verindal II. Eine Bewertung auf Grund der Abb. 2 zeigt folgende Reihe:

D I, D II, V I, F, V II.

Gegenüber der ersten Bewertung hat nur eine Vertauschung von Verindal I und Derrothan II stattgefunden. —

Eine zweite Versuchsreihe wurde mit verpuppungsreifen Raupen des IX. Stadiums durchgeführt. Jedes Versuchsglas wurde mit 8 Raupen beschickt. Das Ergebnis des wiederum nach 4 Tagen abgebrochenen Versuchs zeigt Tabelle 3. Die stärkste Wirkung zeigte hier Derrothan I.

Tabelle 3.

Sterblichkeit von Kiefernspinnerraupen des IX. Stadiums nach Bestäubung mit Kontaktgiften. Ausgangspopulation 8 Raupen. Dosis 50 kg/ha.

Glas	1	2	3	4	5	6	7
Behandlung	K	D I	D II	DE	F	V I	V II
Tote Raupen nach 24 Stunden	0	0	0	2	0	0	0
„ 48 „	0	3	2	0	0	0	0
„ 72 „	0	2	0	0	0	0	0
„ 96 „	0	0	0	1	1	0	0
Summe	0	5	2	3	1	0	0

Die Giftwirkung äußerte sich allerdings erst am zweiten Tage nach erfolgter Bestäubung. Nur die Emulsion lieferte gleich am ersten Tage 2 tote Raupen. In Reihenform ergibt sich — unter Außerachtlassung der Emulsion — folgende Bewertung:

D I, D II, F, V I, V II.

Abb. 3 bringt die Ergebnisse der Kotwägungen. Sie zeigt ein wesentlich anderes Bild als Abb. 2; dieser Unterschied ist zweifellos hervorgerufen durch das höhere Alter und die dadurch bedingte geringere Giftempfindlichkeit der Versuchstiere. Während Verindal II im ersten Versuch eine geringere Kotmenge lieferte als die Kontrolle und Forestit gar eine merkbare Giftwirkung durch Absinken der Kotkurve zeigte, liegen in Abb. 3 die Kurven für Verindal II und Forestit nicht nur höher als die Kontrolle, sie steigen sogar noch stärker an. Verindal I, das gegenüber mittelgroßen Raupen große Wirksamkeit zeigte, läßt hier eine schwache Giftwirkung am 2. Tage durch Ausknickung der

Kurve nach unten erkennen. Sehr niedrig und dauernd fallend waren die Kotkurven der mit den Derrothan-Präparaten bestäubten Gläser.

In Abb. 4 sind die Summen der in 4 Tagen gefallenen Kotmengen wiedergegeben. Eine Bewertung an Hand dieser Abbildung gibt folgendes Bild:

D I, D II, V I, F, V II.

Die mit den drei letztgenannten Präparaten bestäubten Raupen haben mehr Kot abgegeben als die Raupen des Kontrollversuchs. — Faßt man die 4 gefundenen Bewertungsreihen zusammen, so ergibt sich als Gesamtbewertung aus den Kiefernspinnerversuchen die Reihe

D I, D II, V I, F, V II.

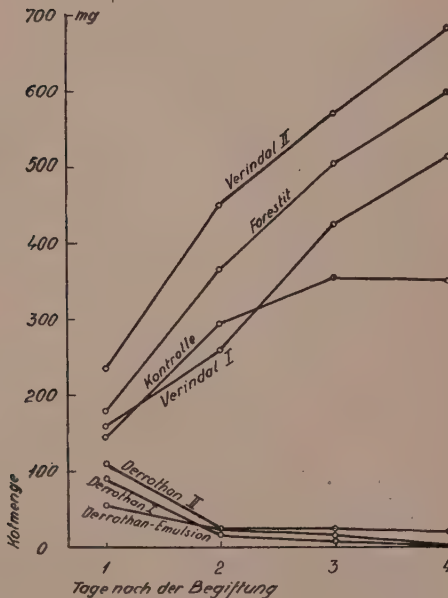


Abb. 3. Kotkurven von Kiefernspinnerraupen des IX. Stadiums nach Begiftung mit Kontaktgiften. Dosis 50 kg/ha.

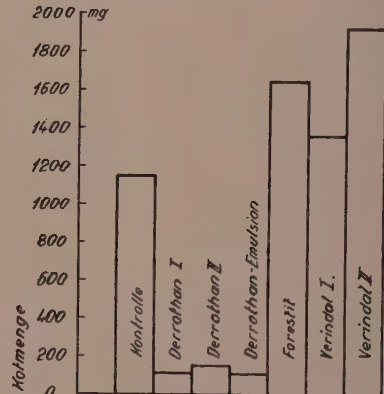


Abb. 4. Viertägige Kotmenge von Kiefernspinnerraupen des IX. Stadiums nach Begiftung mit Kontaktgiften. Dosis 50 kg/ha.

Die auffallend gute Giftwirkung der beiden Derrothanpulver gab Anlaß zu einem Versuch mit besonders geringen Giftmengen. Die mit Raupen des IX. Stadiums besetzten Gläser wurden mit nur 10 mg Derrothan I und Derrothan II bestäubt, einer Menge, die etwa 10 kg je Hektar entsprechen würde. Den Einfluß dieser Bestäubung auf die Kotabgabe zeigt Abb. 5. Die Bestäubung erfolgte erst, nachdem die Raupen in den Gläsern 24 Stunden gefressen hatten. Die innerhalb dieser Zeit, vor der Begiftung, abgegebene Kotmenge wurde gleich 100 gesetzt. Die nach der Bestäubung gefundenen Kotgewichte wurden dann in Prozenten der am ersten Tag gefallenen Kotmenge ausgedrückt. Die Abbildung zeigt eine deutliche Giftwirkung der beiden Derrothanpulver,

trotz der sehr geringen Dosierung. Ein Vergleich mit Abb. 3 läßt ohne weiteres erkennen, daß eine Bestäubung mit 10 kg/ha Derrothan auf Kiefernspinnerraupen des IX. Stadiums eine wesentlich deutlichere Giftwirkung mit sich brachte als eine Begiftung mit 50 kg/ha Forestit oder Verindal. Besonders anschaulich zeigt die Wirkung der Derrothanpulver Abb. 6; die nicht begifteten Raupen haben innerhalb 8 Tagen den Kiefernzweig fast völlig entnadelt, während die Zweige aus den mit Gift bestäubten Gläsern eine nahezu unversehrte Benadelung besitzen.

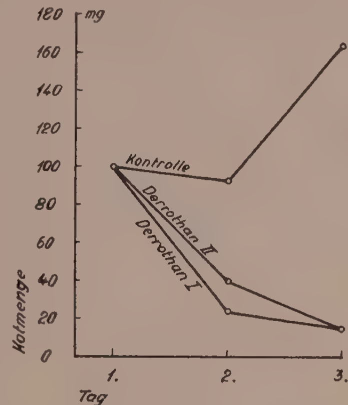


Abb. 5. Kotkurven von Kiefernspinnerraupen des IX. Stadiums nach Begiftung mit Derrothan. Dosis 10 kg/ha.

2. Nonne, *Lymantria monacha* L.

Von der Nonne standen nur Raupen des I. Stadiums zur Verfügung. Sie waren bei Versuchsbeginn etwa 4 Tage alt und spinnten lebhaft. Es wurden je 50 Eiraupen in mit Kiefernzweige gefüllte Gläser gesetzt und dann mit 50 mg Gift bestäubt. Nach 3 Tagen wurden die abgestorbenen Raupen ausgezählt. Das Ergebnis des Versuchs ist in Tabelle 4 und Abb. 7 dargestellt.



A B C

Abb. 6. Wirkung von Derrothan auf die Fraßtätigkeit von Spinnerraupen des IX. Stadiums. Dosis 10 kg/ha.
A unbegifteter Kontrollzweig, B mit Derrothan II, C mit Derrothan I begifteter Zweig.

Tabelle 4.

Sterblichkeit von Nonnenraupen des I. Stadiums nach Bestäubung mit Kontaktgiften. Ausgangspopulation 50 Raupen. Dosis 50 kg/ha, Einwirkung 3 Tage.

Glas	1	2	3	4	5	6	7
Behandlung .	K	D I	D II	DE	F	V I	V II
Tote Raupen.	5	50	50	28	16	21	30
in Prozent . .	10	100	100	56	32	42	60

Auffällig ist die geringe Mortalität im Kontrollversuch, zumal zu bedenken bleibt, daß die im März aus dem Freiland geholten Kiefernzweige mit ihren harten Nadeln ein ungünstiges Futter für die Eiräupchen darstellten, und diese größtenteils keine Nahrung während der Versuchsdauer aufgenommen haben. Man nimmt an, und es ist für einzelne Arten experimentell bewiesen, daß gerade das Eiraupenstadium von Lepidopteren unter großer Sterblichkeit zu leiden hat. Das Eiraupenstadium ist geradezu als „kritisches" Stadium bezeichnet worden und gilt als ausschlaggebend für die Entstehung einer Massenvermehrung (Zwölfer, Escherich). Die hohe Mortalität im I. Stadium scheint allerdings besonders ausgeprägt nur bei nackten Raupen zu sein, so bei der Forleule (Zwölfer) und beim Kiefernspanner (nach eigenen, noch nicht veröffentlichten Untersuchungen). Behaarte Raupen weisen dagegen anscheinend eine geringere Mortalität auf; das zeigt Tabelle 4 für die Nonneneiraupen und wurde für die Eiraupe des Kiefernspinners in gleichfalls noch nicht veröffentlichten Untersuchungen in besonders deutlichem Maße gefunden.

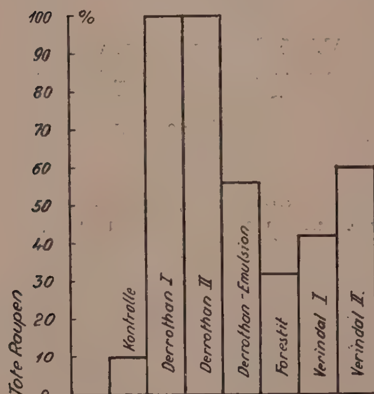


Abb. 7. Sterblichkeit von Nonnenraupen des I. Stadiums nach Begiftung mit Kontaktgiften. Dosis 50kg/ha. Einwirkungsdauer 3 Tage.

Die beste Giftwirkung zeigten wieder die beiden Derrothanpulver, während die Wirkung der übrigen Insecticide wesentlich hinter ihnen zurückblieb. Doch ist das Bild durch die Auszählung der nur toten Raupen etwas zu ungünstig für die drei letzten Präparate ausgefallen. Eine beträchtliche Zahl von Raupen lag auf dem Boden der Gläser 5, 6 und 7; sie konnten aber nur zum Teil als tot gebucht werden, da viele noch Lebenszeichen von sich gaben. Es ist aber mit größter Wahrschein-

lichkeit anzunehmen, daß sie sich in der Mehrzahl nicht wieder erholt haben würden. Unter dieser Annahme würde die Zahl der durch das Gift ums Leben gekommenen Raupen etwa 50 % höher liegen als die Anzahl der nach 3 Tagen gefundenen toten Raupen.

3. Forleule, *Panolis flammea* Schiff.

Zur Prüfung der Gifte auf die Raupe der Forleule konnten ebenfalls nur Eiraupen verwandt werden. Die Raupen waren etwa 3 Tage alt. Je 20 Raupen wurden an Zweige gesetzt und mit 50 kg/ha Giftpulver bestäubt. Nach 24 Stunden wurden die toten Raupen ausgezählt. Das Ergebnis dieser Zählung bringt Tabelle 5. Die Giftwirkung ist in sämtlichen Gläsern gleich gut gewesen; alle Raupen waren nach 24 Stunden tot. Allerdings sind auch in der Kontrolle 40 % Raupen abgestorben, doch dürfte diese Zahl innerhalb der normalen Sterblichkeit der sehr empfindlichen Euleneiraupen liegen, da die alten Kiefernzweige als Nahrung ungeeignet waren und die Raupen daher hungern mußten.

Tabelle 5.

Sterblichkeit von Eulenraupen des I. Stadiums nach Bestäubung mit Kontaktgiften. Ausgangspopulation 20 Raupen. Dosis 50 kg/ha. Einwirkung 24 Stunden.

Glas	1	2	3	4	5	6	7
Behandlung .	K	D I	D II	DE	F	V I	V II
Tote Raupen .	8	20	20	20	20	20	20
in Prozent . .	40	100	100	100	100	100	100

Schlußfolgerungen.

Zur Methodik der Untersuchungen sei zunächst hervorgehoben, daß die Verwendung möglichst unempfindlicher Raupenstadien einen besseren Einblick in die Giftwirkung der geprüften Präparate gegeben hat als die Bestäubung sehr hinfälliger Raupen. Die Begiftung der Euleneiraupen hatte in sämtlichen Gläsern eine 100prozentige Abtötung innerhalb 24 Stunden zur Folge; Unterschiede in der Giftwirkung der einzelnen Mittel waren nicht zu erkennen. Das Bild wurde schon anders bei Verwendung von Nonnenraupen, deren Behaarung zweifellos einen guten Schutz gegen Kontaktgifte darstellt. Deutliche Verschiedenheiten in der Giftwirkung traten hervor. Sie wurden noch eindringlicher bei Prüfung der Mittel an älteren Spinnerraupen. Wenn hier auch die Zahl der abgetöteten Raupen infolge allgemeiner geringer Sterblichkeit keinen guten Maßstab für die Giftwirkung abgab, so konnte doch die Menge des abgegebenen Kotes als ein sehr einprägsames Symptom für

die mehr oder weniger starke Reaktion der Raupen auf die Begiftung gewertet werden. Gerade in Einzelfällen hat die Ermittelung der Kotmenge ein gutes Bild von der toxischen Wirkung der Gifte gegeben. So rief Forestit eine leichte Erkrankung mittelgroßer Spinnerraupen hervor; die Kotkurve in Abb. 1 sinkt bis zum zweiten Tage und steigt dann wieder an. Verindal I verursachte dagegen eine sehr lebhafte Reaktion der Raupen, die Kotmengen sind äußerst gering, steigen aber am Schluß der Beobachtungszeit wieder an. Vergleichen wir damit Abb. 3, so zeigt sich, daß Forestit auf die alten Spinnerraupen gar keinen Einfluß mehr gehabt hat; dagegen verursachte Verindal I eine leichte Erkrankung, von der sich die Raupen am dritten Tage aber wieder erholt hatten.

Die Verwendung wenig empfindlicher Raupen in Verbindung mit der Ermittelung der abgegebenen Kotmengen scheint mir somit ein besonders gutes Mittel zu sein, die Wirksamkeit von Giften in kurzer Zeit vergleichend zu prüfen. Denselben Effekt wie die Einwirkung verhältnismäßig großer Giftmengen auf wenig empfindliche Raupen würde auch die Begiftung empfindlicher Raupen mit sehr kleinen Giftmengen haben. Stellwaag hat den hier angewandten Serienversuch als ganz besonders geeignet für die vergleichende, zahlenmäßige Bewertung von Giften und ihrer toxischen Wirkung bezeichnet. Er hat allgemein für den Laboratoriumsversuch, also sowohl für Serienversuch wie für Individualversuch, die Forderung aufgestellt, die Wirksamkeit nicht mit großen Giftmengen, sondern mit niederen Konzentrationen und schwachen Dosen bis hinauf zur Dosis minima letalis zu prüfen. Doch scheint mir aus praktischen Gesichtspunkten eine stärkere Dosierung des Giftes bei Verwendung wenig empfindlicher Versuchstiere in manchen Fällen vorteilhafter zu sein, da bei Bestäubung mit sehr kleinen Giftmengen leicht Verschiedenheiten in der Bestäubungsdichte auftreten können, zumal wenn bei den Versuchen Nadelhölzer als Fraß- oder Aufenthaltspflanzen gewählt werden müssen. —

Die wichtigsten Eigenschaften eines Schädlingsbekämpfungsmittel sind (in Anlehnung an Eidmann und Berwig, Escherich, Friederichs, Stellwaag) vom Gesichtspunkt des Forstschutzes aus

1. hinreichende Wirkung auf den Schädling,
2. Unschädlichkeit für Menschen, Tiere und Pflanzen,
3. einfache Handhabung,
4. gute Haftfähigkeit,
5. Feinkörnigkeit und leichte Verstäubbarkeit,
6. Rentabilität.

Die dargestellten Untersuchungen bezogen sich allein auf den ersten Punkt. Die Ergebnisse zeigen einwandfrei, daß von den geprüften

Giften die Derrothanpulver hinsichtlich der toxischen Wirkung an erster Stelle stehen. Die Derrothan-Emulsion dürfte den Pulvern nicht nachstehen; doch läßt sich ein genauer Vergleich infolge der verschiedenartigen Dosierung nicht anstellen. Die Versuche mit den übrigen Kontaktgiften hatten nicht ganz einheitliche Resultate; doch dürfte, wie sich vor allem aus den Kiefernspinnerversuchen ergibt, Verindal I einen höheren Giftwert besitzen als Forestit, während Verindal II bezüglich seiner toxischen Wirkung an letzter Stelle steht. Diese vergleichende Bewertung gilt aber nur in bezug auf die unempfindliche, behaarte Spinnerraupe. Gegen nackte Eulenraupen verhielten sich sämtliche Mittel gleich gut[1]). Es ergibt sich hier eine interessante Parallele zu den Untersuchungen von Weis. In diesen Versuchen wurden Raupen von *Panolis flammea* Schiff., *Bupalus piniarius* L., *Euproctis chrysorrhoea* L. und *Lymantria dispar* L. mit Forestit und dem Derrispräparat Polvo bestäubt. Gegenüber den nackten Raupen der Eule und des Spanners verhielten sich die beiden Kontaktgifte ziemlich gleichartig; dagegen erwiesen sich die behaarten Raupen des Goldafters und des Schwammspinners gegen Forestit sehr widerstandsfähig, während Polvo noch deutliche Giftwirkungen ausübte. Es scheint demnach so, als ob die Derrispräparate Polvo und Derrothan gerade gegenüber behaarten Raupen eine höhere Giftigkeit besäßen als die übrigen Kontaktgifte. —

Die anderen, oben als wichtigste Eigenschaften eines Schädlingsbekämpfungsmittels genannten Punkte sind einer eingehenden Untersuchung nicht unterzogen worden. Doch sei es gestattet, sie kurz im Hinblick auf die geprüften Kontaktgifte zu behandeln.

Neben der größeren Unmittelbarkeit der Einwirkung auf das Schadinsekt hat gerade die Unschädlichkeit gegenüber Warmblütlern zur Bevorzugung der Kontaktgifte geführt. Grundsätzlich sind die speziell für Insekten bestimmten Hautgifte ungefährlicher für Vögel, Säugetiere und Menschen als die als Fraßgifte verwandten Calciumarsenate. Wie weit aber dennoch die Möglichkeit von Schädigungen besteht, kann nur bei der praktischen Bekämpfung ermittelt werden. Denn eine weit größere Rolle als das Gift spielt bei der Frage der Unschädlichkeit gegenüber Mensch und Tier die Technik der Verstäubung. Es sei daran erinnert, daß bei den ersten Großbestäubungen mit Calciumarsenaten Verluste an Wild und Weidevieh eintraten; daß solche Schädi-

[1]) Die mitgeteilten Versuchsergebnisse können leicht ein falsches Bild geben von der Verwendbarkeit des Forestits in der praktischen Forstschädlingsbekämpfung. Ich betone deshalb auf Wunsch der Firma Merck gern, daß die genannte Firma auf Grund eigener, sehr eingehender Untersuchungen Forestit nur zur Bekämpfung von Eule, Spanner und Blattwespe, nicht auch von behaarten Raupen empfohlen hat.

gungen bei den späteren Aktionen nicht mehr beobachtet wurden, liegt weniger an den geänderten Eigenschaften der Gifte als an der Verbesserung der Verstäubungsapparate. Bei den heute gebräuchlichen Apparaten, die eine feinstmögliche Verteilung des Staubes zulassen, dürfte die Gefahr für Mensch und Tier, selbst bei Verwendung spezifisch starker Gifte, auf ein Minimum herabgedrückt sein.

Dagegen ist die laboratoriumsmäßige Prüfung der Gifte auf Unschädlichkeit gegenüber Pflanzenteilen dringendes Erfordernis. Wurde doch erst jünst die Erfahrung gemacht, daß ein Gift mit ausgezeichneten insecticiden Eigenschaften wegen seiner schädigenden Einwirkung auf die Kiefernadeln von der weiteren Verwendung in der Forstschädlingsbekämpfung ausgeschlossen werden mußte (Schwerdtfeger). Bei dieser Gelegenheit zeigte sich, daß besondere Empfindlichkeit die Blätter der Laubhölzer und die Maitriebe der Nadelhölzer besaßen, während die mehrjährigen Nadeln widerstandsfähiger waren. Da zu der Zeit, als die hier vorgelegten Untersuchungen durchgeführt wurden — nämlich im März 1932 —, Maitriebe der Kiefer oder anderer Nadelhölzer nicht vorhanden waren, wurde die Unschädlichkeit der Kontaktgifte gegenüber Pflanzenteilen mit jungen Salatpflänzchen geprüft. Die sehr empfindlichen Pflänzchen wurden mit den einzelnen Giften dick bestäubt bezw. bespritzt; sie standen im geheizten Zimmer und wurden häufig befeuchtet. Es zeigte sich keinerlei schädigende Einwirkung der verwandten pulverförmigen Kontaktgifte; demnach ist mit größter Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß sie auch für die Maitriebe der Nadelhölzer und die Blätter der Laubhölzer unschädlich sind. Nur die Emulsion führte zum Abwelken einiger Pflänzchen.

Bezüglich der Einfachheit der Handhabung dürfte in der mit größten Flächen und Mengen rechnenden Forstschädlingsbekämpfung den pulverförmigen Mitteln der Vorzug zu geben sein. Verpackung und Transport von Pulvern stellt sich in der Regel billiger. Der Einwand der schwierigen Wasserbeschaffung fällt bei Flüssigkeiten, die nicht verdünnt zu werden brauchen, wie bei der hier geprüften Derrothan-Emulsion, fort. Dagegen könnten die heute gebräuchlichen, der Verstäubung von Pulvern angepaßten Stäubeapparate (Bestäubungsflugzeuge und Motorverstäuber) in ihrer jetzigen Konstruktion zum Ausspritzen von Flüssigkeiten nicht verwandt werden. Es müßten also Neukonstruktionen vorgenommen werden. Außerdem bliebe zu untersuchen, ob mit Spritzflüssigkeiten Bestandeshöhen von 20 m und darüber mit gleicher Leichtigkeit erreicht werden könnten wie mit Stäubemitteln. Es blieben also bei Einführung von Spritzflüssigkeiten eine Reihe von Fragen zu lösen, eine Arbeit, die meines Erachtens überflüssig ist, da uns ohne weitere Vorarbeit zu verwendende pulverförmige

Kontaktgifte mit mindestens den gleichen guten Eigenschaften zur Verfügung stehen.

Die Haftfähigkeit spielt bei Kontaktgiften eine geringere Rolle als bei Fraßgiften. Denn das Kontaktgift soll schon während der Bestäubung wirken; beim Absetzen des Staubes aus der Luft bleiben einige Körnchen auf der Haut der Raupe haften und führen zu ihrem Tode. Im Gegensatz hierzu muß das Fraßgift erst auf die Nadel gelangen und hier haften bleiben, bis es nach mehr oder weniger langer Zeit mit der Nadel in den Darm der Raupe gelangt. Daher ist es bei der Bestäubung mit Kontaktgiften von größter Wichtigkeit, daß ein dichter, alles durchdringender und alles bedeckender Staubnebel erzeugt wird. So ist die Feinkörnigkeit und leichte Verstäubbarkeit der Kontaktgifte von größerer Bedeutung als ihre Haftfähigkeit. Wenn auch besondere Untersuchungen über Feinkörnigkeit und Verstäubbarkeit der geprüften Kontaktgifte nicht vorgenommen wurden, so ergab doch die oberflächliche Betrachtung, daß sie sich in dieser Hinsicht sehr ähneln und größere Unterschiede kaum aufweisen dürften.

Wenn wir uns schließlich der Rentabilität der Bekämpfungsmaßnahme zuwenden, so ist für sie bei gleicher Bekämpfungstechnik in erster Linie ausschlaggebend der Preis des Giftes. In dieser Hinsicht zeigen sich große Unterschiede zwischen den einzelnen Präparaten, und es scheint so, als ob die Derrothan-Präparate ihren Vorsprung, den sie dank ihrer vorzüglichen insecticiden Eigenschaften vor den anderen geprüften Kontaktgiften hatten, wieder einbüßten. Für eine Liefermenge von 5000 kg — 100 ha Bekämpfungsfläche bei Verwendung von 50 kg je Hektar — nannten die Firmen folgende Preise je 100 kg:

Derrothan I	RM. 120.—
Derrothan II	„ 100.—
Derrothan-Emulsion	„ 80.—
Forestit	„ 80.—
Verindal I	„ 70.—
Verindal II	„ 70.—.

Rechnet man als Durchschnittskosten für vollständige Bestäubungen 70 RM. je Hektar, so würden die Preise für Forestit und Verindal nicht aus dem Rahmen fallen. Die Preise für Derrothanpulver sind dagegen zu hoch, wenigstens bei Verwendung von 50 kg je Hektar. Doch wird sich voraussichtlichlich, wie die Versuche mit den Kiefernspinnerraupen gezeigt haben, der gleiche Abtötungseffekt mit geringeren Mengen, etwa 10 bis 20 kg/ha, erzielen lassen. Damit würde der Materialpreis auf und unter das Niveau der anderen Gifte herabsinken und außerdem noch ein erheblicher Betrag für Transportkosten gespart werden. Andererseits bleibt die Frage offen, ob mit 10 kg ein in seiner Wirkung

ähnlicher, jede Raupe mit genügend Gift bedeckender Nebel erzeugt werden kann wie bei Verwendung von 50 kg eines anderen Präparates. Das sind Fragen, die sich laboratoriumsmäßig nicht erfassen lassen, sondern im Freilandversuch geprüft werden müssen.

Literatur.

Bülow, A. v. Flugzeugbekämpfung des Kiefernspanners 1929. D. D. Forstwirt, 1930, Nr. 37.

Eidmann und Berwig. Untersuchungen über die physikalischen Eigenschaften, insbesondere die Haftfähigkeit von Arsenbestäubungsmitteln. Forstwiss. Centralblatt, 1928.

Escherich, K. Die Forstinsekten Mitteleuropas. Bd. 3. Berlin 1931.

— — Ein neuer Fortschritt in der Forstschädlingsbekämpfung. Silva 1931, S. 257.

Friederichs, K. Die Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie, Bd. 2, Berlin 1930.

Hulverscheidt. Lophyrusbekämpfung mit Kontaktgiften in der Stadtforst Fürstenwalde, Spree. D. D. Forstwirt, 1931, Nr. 89.

Jancke, O. Ein neues ungiftiges Ködermittel zur Bekämpfung von Kirschblütenmotte und Kirschfliege. Nachr.Blatt f. d. D. Pflanzenschutzdienst, 1931, S. 99.

Marcus, B. A. Ein neues Kontaktmittel („Forestit"-Merck) in der Schädlingsbekämpfung. Zeitschr. f. angew. Ent., 19, H. 1, 1932.

Schwerdtfeger, F. Die Bekämpfung der Forleule mit Calciumarsenit und Motorverstäuber in der preuß. Staatsoberförsterei Zawadzki, Oberschlesien. Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen, 1932.

Stellwaag, F. Giftigkeit und Giftwert der Insektizide. I. Grundsätzliche Erörterungen. Anz. für Schädl.Kunde, 1929, S. 101.

— — Giftigkeit und Giftwert der Insekticide. II/III. Allgemeine Technik der physiologischen Wertbestimmung. Anz. f. Schädl.Kunde, 1930, S. 37 und S. 64.

— — Giftigkeit und Giftwert der Insecticide. VII. Grundlagen und besondere Methodik der Bestimmung des „Giftwertes" im „Serienversuch". Zeitschr. f. ang. Ent., 18, H. 3, 1931.

Weis, J. Versuche über die Wirkung von Kontaktgiften auf Schmetterlingsraupen. Zeitschr. f. ang. Ent., 17, H. 3, 1931.

Zwölfer, W. Studien zur Ökologie und Epidemiologie der Insekten. 1. Die Kieferneule, *Panolis flammea* Schiff. Zeitschr. f. ang. Ent., 17, 1931, H. 3.

Wanzen (Hemiptera-Heteroptera) als Obstbaumschädlinge.

Mit 4 Abbildungen.

Von Dr. Hans Lehmann.

(Aus dem Institut für Pflanzenkrankheiten der preußischen landw. Versuchs- und Forschungsanstalten in Landsberg a. d. Warthe, Direktor Prof. Dr. Schander.)

„Wohl keine Insektenordnung ist in Deutschland in Bezug auf ihre ökonomische Bedeutung so vernachlässigt, wie die der Wanzen" schreibt L. Reh mit Recht in der Einleitung seiner Abhandlung

„Pflanzenschädliche Wanzen“. Hier wird auch meines Wissens zum ersten Male in der deutschen Literatur ausführlicher von Schäden berichtet, die Blindwanzen (Capsiden) durch Saugen an jungen Trieben, Blättern und Früchten der Obstbäume (vor allem des Apfelbaums) verursachen. Obwohl nämlich Verkrüppelungen der Triebe, Blätter und Früchte am Apfelbaum in den verschiedenen Gegenden Deutschlands öfters beobachtet werden, sucht man in fast allen bekannten Büchern des deutschen Pflanzenschutzes vergeblich nach diesen Schadbildern und nach der Beschreibung der Schädlinge. Nur im Handbuch von O. v. Kirchner „Die Krankheiten und Beschädigungen unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen“, Verlag Eugen Ulmer, 3. Auflage, wird kurz erwähnt, daß an jungen Zweigen und Triebspitzen des Apfelbaumes, den Blättern des Kirschbaumes einige Blindwanzen saugen und daß beim Birnbaum die Früchte durch Blindwanzenstiche steinig werden und verkrüppeln können. Diese Lücke in der deutschen Pflanzenschutzliteratur, die zum Teil dadurch zu erklären ist, daß man die Schäden auf andere Ursachen zurückführte (Verkrüppelungen der Äpfel z. B. auf ungünstige Bodenverhältnisse, ungenügende Befruchtung usw.) soll mit dieser Abhandlung, soweit es unser heutiges Wissen zuläßt, überbrückt werden.

I. Geschichtliches.

Schon vor dem Kriege im Jahre 1910 hatten in England Theobald und in Schweden Schöyen erkannt, daß Blindwanzen die Urheber der Verkrüppelungen an Obstbäumen sind. Da aber eine größere Anzahl von Capsidenarten auf den Obstbäumen dauernd lebt, war jahrelang die Frage offen, welche Art für die Schäden verantwortlich ist. So meinte Theobald, daß *Atractotomus mali* Meyer-Dür, *Orthotylus marginalis* Reuter und *Psallus ambiguus* Fallen, Schöyen indessen, daß *Plesiocoris rugicollis* Fallen, *Psallus ambiguus* Fallen und *Orthotylus marginalis* Reuter die betreffenden Schäden gemeinsam hervorrufen. Erst Fryer, Petherbridge und Husain haben dann durch exakte Zuchtversuche festgestellt, daß in England nur *Plesiocoris rugicollis* Fallen schädlich ist, während die anderen oben aufgeführten Arten, selbst wenn sie in großer Zahl an Apfelzweigen eingebeutelt werden, nicht die geringsten Verkrüppelungen an Trieben, Blättern oder Früchten hervorrufen. Diese für die Bekämpfung äußerst wichtige Entdeckung wurde dann in den darauf folgenden Jahren durch Rostrup und Thomsen in Dänemark, v. Poeteren in Holland und durch andere bestätigt.

II. Giftige und ungiftige Wanzenstiche.

Ohne weiteres ergibt sich hieraus die Frage, aus welchem Grunde rufen die Stiche der einen Wanzenart Verunstaltungen und Verkrüppe-

lungen an den Obstbäumen hervor, die einer anderen Art aber keine? Wir können bei den plantisugen Wanzen betreffs der Stichwirkung zwei Gruppen unterscheiden: Die Arten der ersten Gruppe entnehmen nur Saft aus den angestochenen Pflanzenteilen, die sich nach Verlust des Zellinhaltes später mit Luft füllen, so daß die ausgesaugten Stellen als weiße Flecke erscheinen. Wir beschrieben erst vor kurzem in dieser Zeitschrift derartige Beschädigungen an Wiesenpflanzen durch *Aelia acuminata* Linné und *Notostira erratica* Linné. In gewissen Fällen können aber auch diese „ungiftigen" Stiche schwere Schäden an Kulturpflanzen hervorrufen, nämlich dann, wenn durch den Stich junge Knospenanlagen verletzt werden. Hier genügt die mechanische Verletzung allein, um eine Knospe in einem frühen Entwicklungsstadium völlig zum Absterben zu bringen.

Bei der zweiten Gruppe wirkt der Stich „giftig", das heißt, durch den Saugakt der Wanze gelangt in die Wunde ein Stoff, der pathologische Veränderungen hervorruft. Letzterer kann nun von verschiedener Beschaffenheit sein, so z. B. ein Virus, wie bei der gefürchteten Kräuselkrankheit der Rübe, die durch *Piesma quadrata* Fieber hervorgerufen wird, oder der Speichel selbst kann einen für die Pflanze giftigen Stoff enthalten, wie es wahrscheinlich bei *Plesiocoris rugicollis* Fallen und *Lygus pabulinus* Linné der Fall sein dürfte. Auch ist es möglich, daß durch den Stich pathogene Bakterien oder Pilze übertragen werden. Leider ist unser heutiges Wissen über dieses für den Pflanzenschutz so wichtige Gebiet noch äußerst lückenhaft.

III. Lebensweise und Bekämpfung von Plesiocoris rugicollis Fall.

Es besteht demnach heute kein Zweifel mehr darüber, daß in allen Gegenden Nord- und Mitteleuropas, wo *Plesiocoris rugicollis* Fallen zahlreich auftritt, dieser äußerst schädlichen Capsidenart besondere Beachtung zu schenken ist. Bemerkenswert ist, daß ihre ursprünglichen Nährpflanzen die Weiden und Erlen waren und daß sie erst im Anfang dieses Jahrhunderts auf die Obstbäume überging. Wir haben also hier den gleichen Fall vor uns wie mit *Argyresthia conjugella* Zeller, die von der Eberesche vor etwa 30 Jahren auf den Apfelbaum hinüberwechselte und heute in ganz Nord- und Mitteleuropa zu den bekannten Fruchtschädlingen des Apfelbaums gehört.

Nach den Untersuchungen von F. R. Petherbridge und M. A. Husain überwintert *Plesiocoris rugicollis* als Ei und die jungen Larven schlüpfen, wenn die Apfelknopsen sich öffnen, d. h. ungefähr 16 bis 17 Tage vor der vollen Blüte. Schon wenige Stunden nach ihrer Geburt begeben sie sich zu den Knospen und beginnen die jungen Blätter auszusaugen. Meistens findet man sie auf der Blattoberseite, in der Nähe der Mittelrippe, wo durch ihre Saugetätigkeit nach kurzer

Zeit rote oder braune Flecke entstehen. Die verletzten Blattstellen vertrocknen und fallen später meistens aus, so daß die Blattspreite unregelmäßige Löcher aufweist. Auch bleiben die Blätter im Wachstum zurück, verkrüppeln und falten sich in eigentümlicher Weise, wie es Abb. 1 zeigt.



Abb. 1. Apfeltrieb, ausgesogen von *Plesiocoris rugicollis* Fal. Nach Rostrup und Thomsen.



Abb. 2. Junge Äpfel mit Saugstellen von *Plesiocoris rugicollis* Fal. Nach Petherbridge und Husain.

Wenn die Larven im dritten Stadium sind, haben die Bäume schon kleine Früchte angesetzt, und jetzt gehen jene von den Blättern auf die Früchte über, um vom Safte der heranwachsenden Äpfel zu leben. Der Schaden an den Früchten wechselt mit der Apfelart. Am schwersten werden langsam wachsende und reifende Sorten geschädigt, während schneller wachsende die Einwirkung der giftigen Stiche mehr oder minder überwinden. Unsere Abb. 2 zeigt die erste Stichwirkung an jungen Äpfeln und Abb. 3 eine saugende Capsidenlarve an einer älteren Apfelfrucht. Besonders die spätreifenden und deswegen sehr langsam



Abb. 3. An jungem Apfel saugende Capsidenlarve. Nach Crosby.

wachsenden Winteräpfel haben schwer unter den giftigen Stichen von *Plesiocoris rugicollis* zu leiden. Stets bleiben sie im Wachstum zurück und verkümmern. Hatte aber schon vor dem Befall der Früchte das Blattwerk stark gelitten, so werden erstere frühzeitg abgeworfen und vielfach wird unter diesen Umständen die ganze Ernte einzelner Bäume vernichtet. Minder beschädigte Früchte bleiben wohl auf dem Baum hängen, erreichen jedoch nur ungefähr ein Viertel der natürlichen Größe und zeichnen sich durch eigentümliche Verkrüppelungen aus. Die Stellen nämlich, wo durch den Wanzenstich Gift in das Fruchtfleich gelangt ist, bleiben im Wachstum zurück, während die gesunden Teile des Apfels weiter wachsen. Hierdurch entstehen kleine Täler und Hügel von ganz unregelmäßiger Gestalt, wie wir sie auf Abb. 4 sehen.

Am geringsten sind die Schäden an schnellwüchsigen und frühreifenden Apfelsorten. Hier beobachten wir nur, daß die äußere Fruchthaut an den Stichstellen verkorkt und bräunliche, unregelmäßige Flecke aufweist. Wohl wird auch eine solche Frucht schwerer verkäuflich sein als eine gesunde, aber der wirtschaftliche Schaden ist doch nicht so groß wie im ersteren Falle.

Von Anfang Juni ab erscheinen dann die ausgewachsenen und geflügelten Tiere, die in der ersten Zeit auch noch vom Saft der Früchte



Abb. 4. Verkrüppelte Äpfel infolge giftiger Capsidenstiche. Nach Brittain.

leben und so den Schaden der Larven vergrößern. Später ziehen sie aber Blätter und Triebe den Früchten vor. Hier kann der angerichtete Schaden in Baumschulen und jungen Obstanlagen ganz beträchtlich sein. Die Triebe erhalten nicht nur offene Stichwunden, die ständig bluten, sondern sie entwickeln auch durch die Einwirkung der giftigen Stiche neue Seitentriebe, die verkümmern und ein ähnliches Bild zeigen wie die Rebe nach Kräuselmilbenbefall. In Norwegen, wo diese Erscheinung sehr oft beobachtet wird, spricht man in diesem Falle von „Krähenfüßen".

Schon Ende Juni, Anfang Juli, schreiten die Weibchen zur Eiablage. Das Ei, das ungefähr 1,4 mm lang ist, wird einzeln tief in die diesjährigen Triebe abgelegt. Stehen den Weibchen nicht natürliche Öffnungen der Oberhaut, wie z. B. Lentizellen, zur Verfügung, so bohren

sie die Schlitze mittelst ihrer Legebohrer selbst. Äußerlich sind die Eier jedoch nicht sichtbar, nur wenn man im Herbst oder Winter die Oberhaut der einjährigen Triebe abschält, bleiben sie innen an ihr hängen. In diesem Zustande überwintert *Plesiocoris rugicollis*.

Nach mehrjährigen Bekämpfungsversuchen zeigte sich, daß eine Nikotin-Schmierseifenbrühe (0,05 und 1,0 %) die Blindwanzen in allen Stadien mit Ausnahme der Eier schnell abtötet. Eine zweimalige Bespritzung genügt und zwar die erste etwa eine Woche vor der Blüte, die zweite sofort nach vollendeter Blüte.

IV. Welche Wanzenarten wurden bisher in Deutschland auf Obstbäumen gefunden?

Für uns ist nun die Beantwortung der Frage von besonderer Bedeutung: Ist auch in Deutschland *Plesiocoris rugicollis* Fallen als Hauptschädling unserer Obstbäume anzusehen wie in England, Schweden, Dänemark und Holland, oder liegen bei uns die Verhältnisse anders?

In der deutschen Pflanzenschutzliteratur finden wir als Bewohner der Obstbäume folgende Arten aufgezählt: Aus der Familie der Pentatomiden 2, nämlich *Dolycoris baccarum* Linné und *Tropicoris rufipes* Linné; eine Correide: *Syromastes marginatus* Linné; eine Tingide: *Stephanitis* (*Tingis*) *pyri* Fabricius und aus der Familie der Capsiden 9 Arten, nämlich *Plesiocoris rugicollis* Fallen, *Calocoris biclavatus* H. S., *Calocoris bipunctatus* Fabricius, *Orthotylus marginalis* Reuter, *Lygus pabulinus* Linné, *Lygus pratensis* Linné, *Lygus Kalmi* Linné, *Psallus ambiguus* Fallen und *Atractotomus mali* Meyer Dür.

V. Welche Arten kommen als Schädlinge in Betracht?

Nach den bisherigen Beobachtungen leben also 13 Wanzenarten auf unseren Obstbäumen, von denen aber nur wenige von wirtschaftlicher Bedeutung sein dürften.

1. *Dolycoris baccarum* Linné.

Sie ist allen Obstzüchtern unter dem Namen „Beerenwanze" bekannt und saugt sehr gern an weichen Früchten, wie Erd-, Johannis- und Himbeeren. Hier wird sie weniger durch ihr Saugen schädlich, als ihre Ausscheidungen der Stinkdrüsen, die die Früchte ihres „Wanzengeruches" wegen ungenießbar und unverkäuflich machen. Dem Kern- und Steinobstbau hat sie bis heute keinen ernstlichen Schaden zugefügt, auch wird ihr Schaden beim Beerenobst zum Teil wieder durch Vertilgen von Ungeziefer gut gemacht.

2. *Tropicoris rufipes* Linné.

Schon v. Schilling erwähnt in seinem Werke „Die Schädlinge im Obst- und Weinbau", Trowitzsch und Sohn, 1893, daß im Obstbaugebiet von Werder a. d. Havel diese Wanzenart sehr häufig ist und

Birnen, Äpfel und Kirschen schwer schädigt. Zwar hat v. Schilling in der zweiten Auflage seines Werkes, 1911, ihre Schädlichkeit bezweifelt, doch wies Schumacher 1918 nach, daß die Verunstaltungen von Blättern und Früchten an Apfel-, Birn- und Kirschbäumen nur auf die Saugetätigkeit von *Tropicoris rufipes* Linné zurückzuführen sind. Neuerdings bestätigt M. Schmidt diese Angaben und berichtet, daß sie Stein- und Kernobstbäume in gleicher Weise heimsucht. Den schwersten Schaden verursacht sie an den Kirschen, die infolge der Ausscheidungen ihrer Stinkdrüsen den bekannten Wanzengeschmack annehmen und unverkäuflich werden. Für das Auge auffälliger ist ihre Tätigkeit an den Blättern und Früchten der Kernobstbäume, da erstere an den Einstichstellen mit fortschreitendem Wachstum zerreißen, die letzteren aber bucklig und beulig werden, wie wir es oben ausführlich von der Capsidenart *Plesiocoris rugicollis* beschrieben haben. Auch in dem großen Obstbaugebiet von Guben in der Niederlausitz ist diese Wanzenart häufig. Aus diesen Berichten dürfte hervorgehen, daß zum mindesten in einzelnen Gegenden Deutschlands *Tropicoris rufipes* Linné in Obstgärten sehr häufig auftritt und als Urheber der schweren Schäden an Stein- und Kernobstbäumen anzusehen ist.

3. *Syromastes marginatus* Linné.

Diese schöne Coreidenart kommt zwar in ganz Deutschland vor, ist jedoch infolge ihres nur vereinzelten Auftretens noch niemals an irgend welchen Kulturgewächsen schädlich aufgetreten.

4. *Stephanitis* (*Tingis*) *pyri* Fabricius.

Von dieser Tingidenart schreibt v. Kirchner in seinem Handbuch „Die Krankheiten und Beschädigungen unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen“ im Abschnitt „Krankheiten und Beschädigungen der Blätter des Birnbaumes“: Eine kleine Hautwanze, *Tingis piri*, saugt oft in solcher Menge an den Blättern, daß diese durch die Stiche und Exkremente braun werden und verkümmern ...... In wärmeren Gegenden“.

Stephanitis pyri ist eine mediterrane Form, die vor allem in Italien und Frankreich an Obstbäumen schweren Schaden hervorruft. Durch das „Belforter Loch“ ist sie auch in das warme Rheintal eingedrungen und erreicht hier ihre nördlichste Verbreitung. Im übrigen Reichsgebiet wird man nach ihr vergeblich suchen. Aus diesen Gründen kann sie nur von örtlicher Bedeutung sein und nur an sehr geschützten und warmen Stellen des Rheintales durch Übervermehrung schädlich werden.

5. *Plesiocoris rugicollis* Fallen.

Wie wir schon oben ausführlich berichteten, ist diese Capsidenart der Hauptschädling der Obstbäume in Schweden, Dänemark, Holland und England. Bei uns scheint sie nicht die Rolle zu spielen wie dort, da sie im allgemeinen nicht zu den häufigen Wanzenarten gehört. Hin-

gegen ist es nicht von der Hand zu weisen, daß sie in den angrenzenden deutschen Ländern ihres Schadgebietes zahlreicher auftritt, als man bisher angenommen hat und so doch als Obstbaumschädling anzusprechen ist. In Betracht hierfür kämen in erster Linie Schleswig-Holstein, Oldenburg und die nördlichen Teile der Provinzen Hannover und Westfalen. Allerdings ist diese Frage nur durch örtliche Untersuchungen zu lösen.

6. *Calocoris bipunctatus* Fabricius und 7. *Calocoris biclavatus* Herrich-Schäffer.

Calocoris bipunctatus wurde früher vielfach in der internationalen Pflanzenschutzliteratur als Schädling zahlreicher Kulturpflanzen erwähnt. Heute kommt man immer mehr zur Überzeugung, daß diese Capsidenart zu Unrecht als Schädling aufgeführt wird, da nach neueren Untersuchungen, vor allem dänischer Forscher, ihr Stich nicht giftig ist. Wahrscheinlich ist sie in den meisten Fällen mit *Lygus pabulinus* Linné verwechselt worden, den man heute als einen unserer gefährlichsten Schädlinge unter den Capsiden erkannt hat.

Sein Gattungsbruder, *Calocoris biclavatus* Herrich-Schäffer, ist indessen durch Th. Zschokke bei Zürich als ein wichtiger Feind der Birnen beobachtet worden. Die Früchte erreichen nur Haselnußgröße, verkrüppeln und werden hart und steinig. Vielfach fallen sie auch ab. Nach dieser Beschreibung werden also die Birnfrüchte durch die giftigen Stiche von *Calocoris biclavatus* H. S. in gleicher Weise verunstaltet, wie wir es schon oben von *Plesiocoris rugicollis* Fallen und *Tropicoris rufipes* Linné her kennen gelernt haben. Auch in Deutschland hat er schon Schäden verursacht, denn v. Kirchner schreibt in obigem Handbuch: „Birnbaum, Krankheiten und Beschädigungen der Früchte: An den Früchten saugen einige Blindwanzen und führen oft das Verkrüppeln und Steinigwerden der Birnen herbei: *Calocoris biclavatus, Lygus pabulinus* und *Orthotylus marginalis*“. Betonen möchte ich, daß v. K. beim Apfelbaum diese Fruchtschädigungen nicht erwähnt und betreffs *Orthotylus marginalis* wohl sich geirrt hat, da diese Capsidenart nach neuesten Untersuchungen ein Nützling ist, wie wir es weiter unten sehen werden.

8. *Orthotylus marginalis* Reuter, 9. *Psallus ambiguus* Fallen und 10. *Atractotomus mali* Meyer-Dür.

Diese drei Arten können gemeinsam besprochen werden, denn sie wurden früher allgemein als Obstbaumschädlinge angesehen, heute aber weiß man, daß sie räuberisch leben, also Nützlinge sind. Wenn neuerdings Th. Zschokke wieder *Atractotomus mali* und *Orthotylus marginalis* als Obstbaumschädlinge in der Schweiz anspricht, so dürfte ihm wahrscheinlich ein Irrtum unterlaufen sein.

Es waren zuerst Schöyen, Theobald, Fryer, Petherbridge und Husain, die einwandfrei nachweisen konnten, daß diese drei Capsidenarten hauptsächlich von Blattläusen leben. Wohl saugen sie auch hin und wieder an Blättern, niemals aber treten an letzteren irgendwelche Flecken oder Verkräuselungen auf, da ihr Speichel ungiftig ist. *Atractotomus mali* schätzt außer Blattläusen auch junge Raupen, so findet man sie z. B. häufig in den Gängen des Apfelwicklers, wo sie Jagd auf die Obstmaden macht. Diese drei Arten scheiden also nach unseren heutigen Kenntnissen als Obstbaumschädlinge völlig aus und sind mit den Florfliegen, Schlupfwespen und Marienkäfern in die Gruppe der Nützlinge einzureihen.

11. *Lygus pabulinus* Linné, 12. *Lygus pratensis* Linné und 13. *Lygus Kalmi* Linné.

Die Arten der Gattung *Lygus* sind zwar über die ganze Erde verbreitet, schweren Schaden an Kulturpflanzen scheinen jedoch nur die Vertreter der nördlichen, gemäßigten Zone zu verursachen. Am schädlichsten in Nord- und Mitteleuropa ist zweifelsohne die durch ihre sehr giftigen Stiche gefürchtete Futterwanze, *Lygus pabulinus* Linné. Sie gehört in ihrem Verbreitungsgebiet zu den häufigsten Capsiden und befällt nicht nur Obstbäume und Beerensträucher, sondern auch Kartoffeln, Bohnen, Erbsen, Luzerne, Chrysanthemen, Fuchsien, Georginen, Hortensien, Rosen und andere Nutz- und Zierpflanzen. In den meisten Gebieten Deutschlands, wo die oben beschriebenen Blattverletzungen und Verkrüppelungen der Äpfel und Birnen beobachtet werden, dürfte diese Wanzenart, die Futterwanze, die Urheberin sein.

Von besonderer Bedeutung für die Bekämpfung eines Schädlings ist nun die Kenntnis seiner Lebensweise und vor allem die Ermittlung des „schwachen Punktes“ im Leben. Leider sehen wir heute in dieser Beziehung noch gar nicht klar, im Gegenteil es bestehen zur Zeit noch unüberbrückbare Gegensätze betreffs der Überwinterung des Schädlings. Man war bisher stets der Meinung, daß die *Lygus*-Arten als Imagines überwintern und erst im zeitigen Frühjahr ihre Eier ablegen. Der Hauptschaden würde durch die Imagines verursacht, die die schwellenden Knospen anstechen und vernichten. Nun hat aber Thomsen für Dänemark festgestellt, daß die Futterwanze als Ei in den jungen Trieben überwintert. Die Larven, die im Mai schlüpfen, leben vom Saft der jungen Blätter und Triebe, die infolge des giftigen Stiches in der oben beschriebenen Weise verletzt werden und verkümmern. Im Frühsommer geht diese Frühjahrsgeneration auf Krautpflanzen, wie z. B. die Kartoffel, über, wo das Vollinsekt die Sommereier ablegt. Die Imagines dieser Sommergeneration fliegen dann auf Holzgewächse, in unserem Falle Birn- und Apfelbaum und Johannisbeersträucher, zurück,

wo die Wintereier abgelegt werden. Hier bestehen demnach noch starke Widersprüche, die nur durch mehrjährige Beobachtungen und Zuchten zu klären sind.

Die Wiesenwanze, *Lygus pratensis* Linné, spielte bisher in der internationalen Pflanzenschutzliteratur die größte Rolle. Es gibt kaum eine Kulturpflanze der gemäßigten Zone, wo sie nicht als Schädling genannt wurde. Neuere Untersuchungen haben jedoch gezeigt, daß ihr Stich ungiftig ist und die meisten Schäden ihr zu Unrecht zugeschrieben wurden. Man kann heute wohl sagen, daß sie allgemein mit der Futterwanze, *Lygus pabulinus* Linné, verwechselt worden ist, so daß fast alle hierauf bezüglichen Angaben sich auf diese äußerst giftige Capsidenart beziehen dürften. Leider wissen wir über ihre Lebensweise noch weniger als über die der Futterwanze. So soll sie als Imago überwintern, wie L. Reh im „Handbuch der Pflanzenkrankheiten" berichtet. In diesem Falle dürfte sie wohl als Schädling im zeitigen Frühjahr in unseren Obstgärten und Baumschulen in Betracht kommen, denn wir erwähnten schon, daß auch „ungiftige" Stiche junge Knospenanlagen in gewissen frühen Entwicklungsstadien zum Absterben bringen können. Aber auch diese Frage ist nur durch mehrjährige Beobachtungen und Zuchten zu klären.

Die dritte *Lygus*-Art, *Lygus Kalmi* Linné, ist zwar auch schon auf Obstbäumen in Deutschland erbeutet worden, Schäden durch sie sind jedoch bisher nur aus Dänemark an Apfelbäumen und Stachelbeersträuchern bekannt geworden. Sie ist im allgemeinen in Deutschland viel zu selten, um zu den wirtschaftlichen Schädlingen gerechnet zu werden.

VI. Zusammenfassung.

1. Die Verkrüppelungen von Äpfeln und Birnen, die man bisher vielfach auf unsachgemäße Düngung und schlechte Bodenverhältnisse zurückführte, werden meistens durch giftige Wanzenstiche hervorgerufen.

2. Es wurden bisher 13 verschiedene Heteropterenarten auf Kern- und Steinobstbäumen in Deutschland gefangen. Wahrscheinlich wird sich die Artenzahl bei regelmäßiger Sammeltätigkeit noch erhöhen, denn Th. Zschokke erbeutete in der Schweiz im Laufe von etwa 15 Jahren allein 26 Capsidenarten.

3. Nach unseren heutigen Kenntnissen sind nicht alle 13 Arten als Schädlinge anzusprechen. Als insektisuge Räuber, also Nützlinge, scheiden aus: *Orthotylus marginalis* Reuter, *Psallus ambiguus* Fallen und *Atractotomus mali* Meyer-Dür. Infolge nicht allzu großer Häufigkeit oder ihrer ungiftigen Stiche wegen haben bisher folgende Arten keinen oder nur geringfügigen Schaden verursacht: *Dolycoris baccarum* Linné, *Syromastes marginatus* Linné, *Calocoris bipunctatus* Fabricius und *Lygus Kalmi* Linné, mithin 7 Arten.

4. Demnach kommen 6 Arten als Obstbaumschädlinge in Deutschland in Betracht und zwar:

a) *Tropicoris rufipes* Linné, von der man schon seit Jahrzehnten weiß, daß sie im Werderschen Obstbaugebiet schwere Schäden verursacht. Wahrscheinlich dürfte diese Pentatomidenart in den Obstgärten viel häufiger auftreten, als man bisher annimmt;

b) *Stephanitis pyri* Fabricius, die von örtlicher Bedeutung im warmen Rheintale sein dürfte;

c) *Plesiocoris rugicollis* Fallen, der Hauptschädling in den nordischen und englischen Obstgärten, kommt im allgemeinen in Deutschland zu selten vor, um als allgemeiner Schädling angesprochen zu werden. Dagegen bedarf es dringender örtlicher Untersuchungen in den dem Schadgebiete angrenzenden deutschen Ländern, also in Schleswig-Holstein, Oldenburg und den nördlichen Teilen der Provinzen Hannover und Westfalen, um die Häufigkeit dieser gefährlichen Capsidenart festzustellen;

d) *Calocoris biclavatus* Herrich-Schäffer, der schon mehrfach an Birnen schädigend aufgetreten ist;

e) *Lygus pabulinus* Linné, den wir vorerst als Hauptschädling in unseren Obstgärten ansprechen möchten, dessen Lebensweise aber noch zu lückenhaft bekannt ist, um irgendwelche Bekämpfungsmaßnahmen zu empfehlen,

und f) dessen Gattungsbruder *Lygus pratensis* Linné, der als Knospenschädling im Frühjahr in Frage kommt, falls er wirklich, wie man bisher annimmt, als Imago überwintert.

VII. Literaturverzeichnis.

1. Fryer, J. C. F. Preliminary notes on the damage of apples by Capsidbugs. The Annals of Appl. Biol., Bd. 1, Nr. 2, 1914.
2. Kirchner, O. v. Die Krankheiten und Beschädigungen unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. 8. Auflage. Verlag Eugen Ulmer.
3. Petherbridge, F. B. und Husain, M. A. A Study of the Capsid-Bugs found on Apple-Trees. The Annals of Appl. Biol., Bd. IV, Nr. 4, 1918.
4. Reh, L., Dr., Prof. Handbuch der Pflanzenkrankheiten. 5. Band. Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen. II. Teil. 4. Auflage. Verlag Paul Parey.
5. Ders. Pflanzenschädliche Wanzen. Zeitschr. f. wissenschaftl. Insektenbiologie, Bd. XXIV, 1929.
6. Rostrup und Thomsen. 166 Beretning fra Statens Forsogsvirksomhed i Plantekultur, 1923.
7. Dieselben. Die tierischen Schädlinge des Ackerbaues. Paul Parey, 1931.
8. Schmidt, M., Dr. Beobachtungen an *Pentatoma rufipes* Linné. Zeitschrift für wissenschaftl. Insektenbiologie, Bd. XXIV, 1929.
9. Schöyen. Beretning om Skadeinseketer og plantisygdommer i land og havebrukt, 1914.
10. Schumacher, F. Ist *Pentatoma rufipes* Linné nützlich oder schädlich? Naturw. Zeitschrift f. Forst- und Landwirtschaft, Bd. 16, 1918.
11. Theobald, F. V. Report on Economic Zoology, 1910, 1912, 1913, 1914.
12. Zschokke, Th. Über das Steinigwerden der Birnen und über Mißbildungen an Obstfrüchten. Landwirtschaftl. Jahrbuch der Schweiz, Jg. 36, 1922.

Arbeit aus dem Phytopathologischen Institut der Universität Budapest.
Direktor: Prof. Dr. K. Schilberszky.

Beitrag zur näheren Kenntnis der Sepalophyllodie.

Von Dr. K. Schilberszky.

Mit 2 Abbildungen.

Es ist keine seltene Erscheinung, daß die Kelchblätter gewisser Pflanzen unter gewöhnlichen Wachstumsbedingungen von ihrer normalen Beschaffenheit mehr oder weniger abweichende morphologische Gestaltungen aufweisen, wobei dieselben öfter eine für die Laubblätter derselben Art charakteristische Ausbildung erhalten können. In der Regel gilt diese morphologische Modifikation im Laufe der Ontogenese für die einzelnen Sepala des Gesamtkelches, obzwar dabei die Form und Größe der einzelnen Glieder voneinander derartig erheblich abweichen können, so daß vielfache Abstufungen in bezug auf die Ausgestaltung dieser Laubblätter sich darbieten, wofür ein besonders charakteristischer Fall als Beispiel im weiteren beschrieben werden soll (Rosa). Es kommt auch vor, daß nur einzelne Sepalen des Kelches in ihrer normalen Form verharren, wogegen andere in Verlaubung sich befinden.

Die Erscheinung der Sepalophyllodie kommt in den verschiedensten natürlichen Pflanzenfamilien häufig vor. Soweit meine Erfahrungen eine Beurteilung zulassen, ist die Gruppe der Rosaceen in dieser Beziehung hervorzuheben, sie neigt in hohem Maße zu dieser Anormalität. Mehrere derartige Fälle konnte ich bei den hierhergehörigen folgenden Pflanzen beobachten: *Rosa spp.* var. *hort. culta*, *Potentilla nepalensis*, *Fragaria collina*, *F. vesca*, *Geum rivale*, *Prunus persica*, *P. amygdalus*, *Pirus malus*, *Cydonia vulgaris*, *Sorbus domestica*. Bei den Ranunculaceen sind gleichfalls viele Fälle beobachtet worden (*Ranunculus*, *Anemone*, *Delphinium*). Meines Erachtens sind diese Umbildungen bei den polysepalen Gewächsen verhältnismäßig weit häufiger als bei den monosepalen. Besonders bei den *Rosa*-Arten ist die Sepalophyllodie gelegentlich mit einer Durchwachsung der Blüte (Diaphysis) begleitet.

Ich möchte hier zwei interessante Fälle beschreiben, wo die Umbildung von Kelchblättern in wohlentwickelte Laubblätter in hohem Grade einen ungewöhnlichen Charakter aufweist. Der eine bezieht sich auf eine aus Gartenkultur herstammende Rose, der andere auf eine Pfirsichblüte.

I. *Roca culta hort.*

Ich bekam diese Sendung ohne nähere Art- und Varietätbezeichnung, ob zwar dies für die Bedeutung und Erkenntnis der teratologischen Bildung unwesentlich ist. Aus der beigelegten photographischen Repro-

duktion ist es ersichtlich, daß die einsame Blüte am gehörigen organischen Spitzenteil des Stengels sitzt (*flos terminalis*), somit ein weiteres Längenwachstum desselben naturgemäß ausgeschlossen war, was allein bei proliferierenden Blüten der Fall ist. Diese Blüte war bereits im Abblühen begriffen; die verlaubten Kelchblätter umgaben die noch vorhandenen zwei Kronblätter, wie auch die daselbst befindlichen spärlichen, jedoch normal entwickelten und pollentragenden Stamina, sowie die morphologisch regelmäßig ausgebildeten Karpelle. Zwischen den Kelchblättern erhob sich der fortsetzliche, die übrigen Blütenteile tragende, dem



Abbildung 1.

Rezeptakulum entsprechende schlanke Stiel, in 5 mm Länge. Diese sichtbare Verlängerung des Blütenachse (Apostasis) ist aus morphologischer Betrachtung als eine Annäherung zur Blütendurchwachsung (Diaphysis) zu betrachten.

Die Haupterscheinung ist daselbst die auffallende Umbildung (Phyllomanie) der sämtlichen Kelchblättchen, in Form von rosenblattartig gefiederten Laubblättern (Abb. 1). Diese waren die Zahl ihrer Fiederblättchen betreffend, wie auch in der Gestaltung ihrer Lamina alle voneinander abweichend, und zwar in folgender Weise: Kelchblatt (1) samt Stiel betrug 7 cm, die Lamina war ungeteilt, 3-lappig und mäßig stumpf zugespitzt, welche in Form und Größe sehr dem Blatt von *Acer monspessulanum* L. ähnelte; Kelchblatt (2) samt Stiel

betrug 10 cm, Endblättchen 53 mm lang, mit 2 Seitenblättchen (35 und 40 mm lang), von welchen das linke in seiner unteren Hälfte mit dem Endblättchen verwachsen war; Kelchblatt (3) samt Stiel 13,5 cm lang, Endblättchen 57 mm lang, unterhalb 2 gegenständige obere Seitenblättchen (38 und 38 mm lang) und 2 gegenständige untere Seitenblättchen (20 und 18 mm lang); Kelchblatt (4) samt Stiel 11,8 cm lang, Endblättchen 46 mm lang, 2 gegenständige Seitenblättchen (38 und 40 mm lang); Kelchblatt (5) samt Stiel 9,2 cm lang, Endblättchen 44 mm lang, 3 herabfolgende, einzeln inserierte Seitenblättchen (28, 32, 20 mm lang). Die Blattstiele der einzelnen laubblattartigen Kelchblätter waren unterhalb des Stengelscheitels nicht wirtelig angeordnet, sondern mit je ungleichen Abständen inseriert, wovon der größte Abstand, zwischen den Kelchblättern 4 und 5, über 2 mm betrug. Es ist noch besonders hervorzuheben, daß die sämtlichen umgebildeten Kelchblätter wohlentwickelte paarige Nebenblätter (Stipulae) besassen, wofür diese Organe also morphologisch vollkommen den Laubblättern entsprachen. Die verlaubten Kelchblätter waren alle in lebhaft grüner Farbe entwickelt.

II. Pfirsich.

Das in Reproduktion beigelegte andere Exemplar, eine Pfirsichblüte erhielt ich am 15. Mai des Jahres 1926, aus einer in Budapest befindlichen gärtnerischen Baumschule. Es handelt sich hier gleichfalls um eine am Scheitel des Stengels sich befindliche anormal entwickelte Terminalblüte, wo nebst beträchtlicher Unterdrückung und krüppelhafter Ausbildung der beiden Geschlechtsorgane eine hochgradige Frondeszenz der Kelchblätter vorhanden ist, die täuschend den normalen Pfirsichblättern gleichen (Abb. 2). Eine Analogie mit der vorher beschriebenen Rosenblüte bezieht sich noch darauf, daß am Grunde der fünf verlaubten Kelchblätter die Nebenblätter entsprechend entwickelt sind. Die sämtlichen Kronblätter sind durchwegs in gekräuselter Verzwergung vorhanden, von welchen bloß eins die Länge von 1 cm erreichte. Die Stamina und der Fruchtknoten waren vollkommen verkümmert.

Es ist zu bemerken, daß bei dem Pfirsichbaum die Blüten der Regel nach aus einzeln oder paarweise vorhandenen blattlosen Knospen der einjährigen Zweige gebildet werden. Diese teratologische Blüte befand sich jedoch am Ende eines kräftigen Blatttriebes. Nebenbei möchte ich erwähnen, daß ich seitenständige Blütenbildungen von normaler Beschaffenheit, in der Zeitperiode, wo die Früchte etwa die Größe einer Haselnuß hatten, am oberen Teil der Blatttriebe manchmal beobachten konnte, wo aber dieselben aus Seitenaugen entstanden, und im weiteren sich zu sekundären Früchten heranbildeten.

Nähere Angaben über die Verhältnisse der transformierten Kelchblätter sind: von den hypertrophierten Kelchblättern waren 3 fast gleichartig stark entwickelt, die übrigen 2 bedeutend schwächer. Die Messungen gaben folgende Größen: Kelchblatt (1) 64 mm lang, 21 mm breit; Kelchblatt (2) 34 mm lang, 15 mm breit; Kelchblatt (3) 68 mm lang, 18 mm breit; Kelchblatt (4) 58 mm lang, 21 mm breit; Kelchblatt (5) 36 mm lang, 10 mm breit.

Was die Ursachen dieser Erscheinung betrifft, müssen hier zweierlei wesentliche Momente in Betracht gezogen werden. Es ist leicht begreiflich, daß zunächst als stimulierender Faktor eine mit lokal erhöhter



Abbildung 2.

Nahrungszufuhr verbundene Stauung der die vegetative Entwicklung fördernden Nährstoffe einwirkte. Andererseits wird dieser Vorgang wesentlich durch die terminale Blütenlage unterstützt, die die normal beschränkte Wachtumskapazität der Blüte zu einer anormal gesteigerten Vergrößerung des Kelches zu befähigen bzw. anzuregen geeignet ist, insofern die im Stengelorgan aufwärts gebahnten Nährstoffe infolge der polarischen Blütenlage weder ein weiteres Längenwachstum, noch eine Zweigbildung am abgeschlossenen Stengel zulassen; folglich ist einer materiell gesteigerten Ausbildung der Blüte die Möglichkeit geboten.

Allenfalls müssen hier übernormale Ernährungsumstände vorhanden gewesen sein, was auch aus dem verdickten Stiel (resp. unterwärts belaubten Stengel) gefolgert werden muß. Demgemäß liegt also hier eine histologisch begründete hypertrophische Entwicklung vor, die zu-

gleich mit einer bedeutenden morphologischen Umgestaltung verbunden ist. Was die terminale Lage dieser Blüten betrifft, möchte ich auf jene Analogie hinweisen, wo ich durch dieselbe Ursache entstandene mächtige Hypertrophie des Terminalblattes gewisser Pflanzen beschrieben habe[1]), welcher Befund sich durch die physiologisch frühzeitig abortierte Endknospe kundgab, und die ich demgemäß als „Blindpflanzen" bezeichnete. Hieraus ergibt sich die Tatsache, daß sowohl die Blattorgane wie auch die Blüten, sobald diese am organischen Stengelscheitel den Kulminationspunkt bilden, wobei ein weiteres normales Längenwachstum nicht stattfinden kann, hypertrophisch sich entwickeln und den vorhandenen Nährstoffvorräten entsprechend eine enorme Ausbildung erfahren können.

Es besteht also in ontogenetischer Auffassung (Pfirsichblüte) ein retrograder Entwicklungsakt, wo anstatt höherwertiger (reproduktiver) Organe minderwertige (vegetative) Teile ausgebildet werden. Dieser Vorgang ist durch die physiologische Tatsache begründet, daß ein übermäßig angesammelter Nährstoffgehalt, besonders in der Gegenwart von Stickstoffverbindungen, zur Bildung von vegetativen Organen befördernd dienlich ist, auf Kosten einer normalen Blütengestaltung. Bei den Obstbäumen ist es allgemein bekannt, daß bei Stickstoffüberdüngung eine Abschwächung der Fruchtbarkeit eintritt, wogegen das Laubwerk üppig sich entwickelt. Seltsamer Weise offenbart sich in diesen zwei Fällen eine wesentliche Abweichung insofern, daß in der Rosenblüte trotz der Phyllomanie die Geschlechtsorgane in funktionsfähiger Ausbildung zugegen waren, wogegen in der Pfirsichblüte dieselben sich in einem atrophischen Zustand befanden. Dieser Umstand vermag etwa mit ernährungsphysiologischen Ursachen verknüpften anatomischen Verhältnissen in Korrelation stehen, wobei auch die Qualität der Nährstoffsubstanzen dazu beiträgt. Überdies können hier mehrfach kombinierte Faktoren mitspielen, woselbst auch eine individuell verharrende Entwicklungstendenz nicht vor Augen gelassen werden soll.

In pathologischer Hinsicht sind jene Fälle der rückschreitenden Blütenmetamorphose von Bedeutung, wo durch die Umbildung der Sexualorgane in vegetative Organe, dieselben einer Unfruchtbarkeit ausgesetzt sind. Bei der Pfirsichblüte ist nebst einer hochgradigen Kelchverlaubung eine mit Verkümmerung verbundene mäßige Kronenverlaubung, sowie eine völlige Atrophie der beiden Sexualorgane vorhanden.

---

[1]) Dr. K. Schilberszky: Blindpflanzen. Zeitschr. f. Pflanzenkr., 38. Jg., 1928, S. 276 (mit Abb.).

Ueber Schädigung von Pflanzen durch Ammoniakgase und ihren Nachweis.

Von G. Bredemann und H. Radeloff.

(Aus dem Institut für angewandte Botanik der Universität Hamburg.)

Im Rahmen unserer Studien zur Diagnose von Rauchschäden (Bredemann und Radeloff 1932, a — Fluor-Schäden — und 1932, b — SO_2-Schäden —) haben wir auch die Ammoniakgasschäden näher untersucht, zumal uns in letzter Zeit einige derartige Fälle zur Beurteilung vorlagen. Pflanzenschäden durch Ammoniakgase sind zwar bei weitem nicht so häufig wie solche durch Rauchsäuren, z. B. durch schwefligsaure Abgase, immerhin sind verschiedene Fälle aus der Praxis beschrieben, wo bei Betriebsstörungen oder durch Zersetzung von Düngesalzen oder organischen Düngern Ammoniakgasschäden verursacht wurden. So beobachtete Kirchner (1902, 230) Schäden an Obstbäumen in der Nähe einer Ammoniakeismaschine, Sorauer (1924, 850) solche an Azaleen, die auf dem Transport in einem Eisenbahnwaggon, in dem vorher schwefelsaures Ammoniak gelagert hatte, schwarze Blätter bekamen und ebenso an Kulturen in einem Gewächshaus, dessen Mauern früher einem Pferdestall angehörten (Sorauer 1877, 213). Peters (1928, 992) beschreibt Schädigungen an Fichten, die auf der einer nahen größeren Dungstätte zugekehrten Seite rote Nadeln bekamen,und Hahmann (in Bredemann 1931, 132) solche an Gurkenblättern, die durch Dunggase im Gewächshaus geschädigt wurden.

In der Art der giftigen Einwirkung unterscheidet Ammoniak sich in mehrfacher Hinsicht von den sauren Rauchgasen. Zunächst widerstehen die Pflanzen im allgemeinen einer ammoniakhaltigen Atmosphäre weit besser als u. a. der schwefligen Säure. Es ist bekannt, daß die Blätter unter gegebenen Umständen geringe NH_3-Spuren aus der Luft als Nährstoff aufnehmen können. Die sauren Rauchgase schädigen wenigstens teilweise dadurch, daß sie das Eisen der Chloroplasten abbinden (Kurt Noack 1929, 125). Als Base muß das Ammoniak in anderer Weise einwirken. So konnte auch die fortschreitende Zerstörung bei NH_3-Schäden nicht wie bei Rauchschäden durch Zugabe geeigneter Eisensalze aufgehalten werden (Wehner 1928, 561). Jedoch sind in NH_3-beschädigten Blättern in der Regel Gerbstoffe ausgefallen (u. a. Haselhoff und Lindau 1903, 286). Darauf beruht es, daß besonders in gerbstoffreichen Blättern die Flecke vorwiegend dunkel bis schwarz werden im Gegensatz zu den rot bis gelbbraunen Blattflecken, wie sie gewöhnlich durch die Rauchsäuren hervorgerufen werden. Neben der Gerbstoffausfällung tritt aber auch bei den Ammoniakschäden eine — primäre oder sekundäre — Chlorophyllzersetzung auf. Nach Ad.

Mayer (1874, 371) und Kny (1897, 402) wurden ferner Plasmastörungen unter NH_3-Einfluß gehemmt, was nach Ad. Mayer durch die Reaktionsänderung des Zellsaftes bedingt ist.

Um die Schädigungsart der NH_3-Gase mit derjenigen der SO_2 zu vergleichen und die Untersuchungen zum diagnostischen Nachweis der Schäden auf anatomischem und mikrochemischem Wege weiter zu verfolgen, haben wir im Sommer 1931 eine Reihe experimenteller Ammoniakbegasungen vorgenommen. Zu den Versuchen dienten zwei würfelförmige Rauchhäuser von je 1 cbm Inhalt. Während Wände und Dach des einen Gehäuses aus Glasfenstern bestanden, waren sie beim anderen mit Sperrholz bekleidet, so daß also der eine Würfel für Licht, der andere für Dunkelversuche eingerichtet war (vgl. Bredemann und Radeloff 1932, b). Zur Begasung wurden durchweg zweijährige Topfbäumchen benutzt. Das Gas wurde in offener Schale aus einer berechneten Menge Ammoniumchlorid entwickelt, das mit konzentrierter Natronlauge übergossen wurde. Die tatsächlich erreichte Konzentration wurde nachträglich durch Ermittelung des Restes unzersetzten Ammoniumsalzes bestimmt.

In Vorversuchen setzten wir zunächst zwei *Acer campestris* einer NH_3-Beräucherung aus, wobei das eine der gleich entwickelten Bäumchen im Lichtraum, das andere im Dunkelraum begast wurde. In beiden Räumen wurden je 0,5 g Ammoniumchlorid mit 10 ccm heißer 33%iger Natronlauge übergossen. Bei vollständiger Verflüchtigung des Ammoniaks entspräche die benutzte Menge einer Gaskonzentration von 1 : 4700. Nach zweistündiger Begasung ergab sich beim Titrieren, daß in der Schale des Lichtraumes von den gegebenen 160 mg NH_3 154 mg ausgetrieben waren, im Dunkelraum dagegen nur 130 mg. Der Unterschied ist wohl auf die etwas niedrigere Temperatur im verdunkelten Kasten zurückzuführen. Die tatsächlich einwirkende Konzentration, ca. 1 : 5800, lag also merklich unter derjenigen des Lichtraumes, die annähernd die berechnete erreichte. Schäden traten nur an dem im Licht beräucherten Ahorn auf, der aber ja auch stärker beräuchert worden war; der verdunkelte Ahorn blieb durchaus unversehrt.

Im folgenden Versuch, zu dem zwei gleichartige zweijährige Rotbuchen verwandt wurden, gaben wir daher im Dunkelraum von vornherein mehr Ammoniumchlorid, 0.622 g NH_4Cl (entsprechend etwa 200 mg NH_3) gegenüber 0.5 g NH_4Cl (entsprechend 160 mg NH_3) im Lichtraum. Während der zweistündigen Begasung verdunsteten im Lichtraum 147 mg NH_3 entsprechend einer Konzentration von etwa 1 : 5200, im Dunkelraum dagegen 170 mg NH_3 entsprechend etwa 1 : 4500. Bei diesem Versuch wurde also die verdunkelte Pflanze intensiver beräuchert als die belichtete. Trotzdem verfärbte sich die belichtete Buche sofort über alle ihre Blätter und starb ab, ohne vorher frisch

auszutreiben. Die Buche im Dunkelraum dagegen blieb zunächst völlig unversehrt und bekam erst nach 10 Tagen, nachdem sie an diffuses Tageslicht gestellt wurde, einige rotbraune Flecke.

Anschließend wurden je sechs Topfbäumchen in einer Licht- und einer Dunkelreihe beräuchert, wobei zugleich auf die Anfälligkeit der verschiedenen Baumarten geachtet werden sollte. Benutzt wurden zweijährige Topfpflanzen von *Quercus rubra*, *Acer campestris*, *Fraxinus excelsior*, *Rosa canina*, *Carpinus betulus* und *Picea sitchensis*, die im Lichtraum wie zunächst ebenso im Dunkelraum mit 0.5 g NH_4Cl (Konz. 1 : 4700) zweistündig begast wurden. Mit Ausnahme der belichteten Esche, die erste schwache Anzeichen einer Beschädigung erkennen ließ, blieben die Bäumchen auch in den nächsten zehn Tagen unversehrt. Darauf wurde die Begasung wiederholt; diesmal in der Lichtreihe mit 0.55 g NH_4Cl, von denen effektiv 170 mg NH_3 verdunsteten, in der Dunkelreihe dagegen mit 0.65 g NH_4Cl, von denen 180 mg NH_3 verdunsteten. Trotz dieser wiederum in der Dunkelreihe höheren Konzentration war am nächsten Tag die Lichtreihe schwerer betroffen. Die Esche hatte mehrere größere schwarzbraune Flecke, und die Hainbuche fing an, sich mattdunkelbraun zu verfärben; im Dunkelraum wies dagegen nur erst die Esche die ersten Spuren auf. Bei dem anhaltend trüben Wetter schritten die Schäden auch in der Lichtreihe nicht weiter vor. Daher wurde nach weiteren sechs Tagen noch einmal zweistündig begast, und zwar mit 0.7 g NH_4Cl in der Licht- und 0.75 g in der Dunkelreihe. Unter dieser Konzentration starben an der belichteten Esche alle Blätter ab, indem die Interkostalfelder sich in breiten Streifen schwarzbraun verfärbten, nur um die Hauptnerven schmale Linien grün blieben und die Blättchen sich kahnförmig nach oben aufrollten. Die Esche wurde herausgenommen und die übrigen kaum veränderten Bäumchen am selben Tage noch einmal drei Stunden lang beräuchert mit 0.75 g NH_4Cl im Glasraum und 0.80 g im Dunkelraum. Am folgenden Morgen war die im Dunkeln beräucherte Esche ebenso beschädigt wie am Tage zuvor die belichtete. Die Rosen wurden in beiden Reihen rings vom Blattrand her fleckig. Auch die Blätter der verdunkelten Hainbuche hatten Flecke bekommen, wenn auch viel später und in geringerem Maße als die belichtete. Die Eichen, Ahorne und Sitkafichten waren dagegen in beiden Reihen unverändert. Die Bäume wurden nicht wieder beräuchert. Im weiteren Verlauf traten stärkere Schäden nicht mehr ein.

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß bei mittelstarker NH_3-Einwirkung (Konz. ca. 1 : 4000 bei zweistündiger Beräucherung) im Licht beräucherte Pflanzen durchweg mehr leiden als verdunkelte. Doch tritt dieser Unterschied nicht so ausgesprochen hervor wie z. B. bei SO_2-Schäden und ist an eng begrenzte Konzentrationen gebunden.

Stärkeren NH_3-Einwirkungen (Konz. etwa 1 : 3800) fallen ebensosehr auch die verdunkelten Pflanzen anheim. Andererseits rufen Konzentrationen unterhalb 1 : 6000 bei zweistündiger Beräucherung schon keine wesentlichen Schäden mehr hervor. Der Spielraum, innerhalb dessen sich die schadenfördernde Wirkung des Lichtes auswirken kann, ist also bei NH_3-Einfluß weit kleiner als z. B. bei SO_2-Schäden. — In der Anfälligkeit steht unter den geprüften Baumarten die Esche weitaus an erster Stelle. Eiche und Ahorn und auch die Sitkafichte sind verhältnismäßig widerstandsfähig; Hainbuche und Rose stehen in der Mitte. Die Empfindlichkeitsreihe stimmt demnach in diesen Grenzen in auffälliger Weise mit derjenigen bei SO_2-Schäden überein.

Dasselbe gilt auch für buntblättrige Varietäten, die der schwefligen Säure besser widerstehen als grüne Arten. Eine Rotbuche und eine Blutbuche von gleicher Entwicklung wurden gemeinsam im Lichtraum einstündig einer NH_3-Konzentration von 1 : 4700 ausgesetzt und anschließend in das Sonnenlicht gestellt. Nach vier Tagen erhielt zwar zuerst die Blutbuche wenige sehr kleine, hellrote Pünktchen, während die Rotbuche zunächst nur matt und glanzlos aussah. Am folgenden Tage jedoch waren die Rotbuchenblätter interkostal in großen Flächen mattdunkelrot verfärbt; die Blutbuche dagegen hatte sich kaum weiter verändert. Auf jeden Fall breitete die Beschädigung sich also bei der Rotbuche viel weiter aus als bei der Blutbuche. Doch sei darauf hingewiesen, daß buntblättrige Varietäten leicht stärker beschädigt sind, als es äußerlich den Anschein hat. Noch um die kaum auffallenden hellroten Fleckchen der Blutbuche herum waren Mesophyll und obere Epidermis eingesunken, die Inhaltsstoffe gebräunt und besonders die Palisaden weitgehend plasmolysiert. Das Anthozyan vermag also die Beschädigung teilweise dem äußeren Blick zu verdecken, ohne absolut vor dem NH_3-Eingriff zu schützen.

Zuletzt wurden ausgewachsene blühende Tomatenpflanzen im Licht und im Dunkeln gemeinsam mit den empfindlichen Eschen begast. Dieser Versuch sollte in erster Linie Material für die mikrochemischen Untersuchungen liefern (vgl. unten). Im übrigen ergaben sich dieselben Verhältnisse wie bei den obigen Versuchen. In der Lichtreihe wurden die Pflanzen eine Stunde lang der NH_3-Konzentration 1 : 4000 ausgesetzt. Schon kurz nach der Beräucherung färbten sich die Blätter der Esche braun bis schwarzbraun und rollten sich auf. Die Blätter der Tomate welkten zunächst nur leicht und erschienen tiefdunkelgrün. Am folgenden Tage waren sie teils dürr, teils schmierig weich und durchweg gelb verfärbt. Anders die Blüten; ihre Kronblätter waren durchaus frisch und unversehrt, während die grünen Kelchzipfel sich teilweise schwarz gefärbt hatten. Die Dunkelreihe wurde wieder etwas stärker begast, und zwar mit der Konzentration 1 : 3400. Trotzdem waren die Schäden

hier geringer als in der Lichtreihe. Die Esche litt wieder eher und stärker als die Tomate. An der Tomate verfärbten sich zunächst nur die älteren Blätter dunkelgrün, die nach einigen Tagen schlaff herabhingen. Später traten auf den übrigen Blättern viele matte, eingesunkene Flecke auf; die Blätter wurden teilweise schlaff und schmierig weich, ohne sich jedoch, wie in der Lichtreihe, gelb zu färben. Die Blüten blieben an der verdunkelten Tomate ebenfalls durchaus unbeschädigt. Dieser Versuch zeigt demnach wie die obigen, daß NH_3-Gase belichtete Pflanzen stärker zu schädigen vermögen, wenn auch die verdunkelten keineswegs absolut geschützt sind. Das Ammoniak stimmt mit den sauren Rauchgasen darin überein, daß es nichtgrüne Organe, wie die Blumenkronblätter, selbst dann noch nicht wesentlich schädigt, wenn die grünen Blätter alle schon abgestorben sind.

Zur Erkennung der NH_3-Schäden ergeben die makroskopischen Schadensbilder wohl manche Hinweise, doch keine eindeutigen Kennzeichen. Wie allgemein bei Rauchschäden — aber zuweilen auch bei anderen Krankheitsursachen — bekommen die Blätter Flecke in den Interkostalfeldern, die sich zu breiten Streifen erweitern können. In unseren Versuchen bestätigten sich die Ergebnisse früherer Experimente (u. a. Bömer, Haselhoff und König 1892, 422; Haselhoff und Lindau 1903, 283 und Wieler 1925, 288) ebenso wie die Beobachtungen aus der Praxis (s. o.), daß NH_3-Gase bei gleicher Konzentration weniger intensiv schädigen als die meisten sauren Rauchgase und im Gegensatz zu diesen besonders an gerbstoffreichen Pflanzen vorwiegend dunkelbraune bis schwarze Flecke hervorrufen, die jedoch nicht eindeutig auf NH_3-Einfluß hindeuten (dunkelbraune und schwarze Flecke auch nach Teereinwirkung oder Pilzbefall möglich!). Anatomisch erwies sich durchweg das Mesophyll am stärksten betroffen. Analog den sauren Rauchgasen greift auch das Ammoniak in erster Linie den Chlorophyllapparat an. Die Chloroplasten verquellen und lösen sich, meistens unter körniger Zersetzung, auf. Dabei ballen sich die Inhaltsstoffe zusammen oder legen sich seltener auch der Zellwand an. Entsprechend der stärkeren Schadenswirkung im Licht erscheinen auch meistens die Palisaden schwerer betroffen als das Schwammparenchym; doch ist auch der umgekehrte Fall nicht ausgeschlossen. Im allgemeinen kommt überdies — im Gegensatz zu den Rauchsäureschäden — sehr deutlich die doppelartige Einwirkung der NH_3-Gase zum Ausdruck: Außer den zersetzten Chloroplasten finden sich in vielen Zellen des Mesophylls wie auch der Epidermis zusammengeballte homogene, meistens schwach olivfarbene Massen, die sich in Eisenchlorid als Gerbstoff bezw. dessen Derivate erweisen. Die Beschädigung der Epidermis beschränkt sich auf den Gerbstoffausfall. Durch die den NH_3-Gasen sonst sehr ähnlich einwirkenden Teerdämpfe dagegen wird in starkem Maße auch die

Epidermis selbst betroffen, deren Zellen einsinken; auch sind die Teerschäden in ausgesprochenem Maße auf die belichtete Blattseite beschränkt, wie es bei NH_3-Einfluß kaum der Fall ist.

Wenn also die äußeren und inneren Veränderungen bei NH_3-Schäden einige gute Hinweise für ihre Erkennung bieten, so erscheint die Diagnose doch erst dann sichergestellt, wenn es gelingt, in ähnlicher Weise wie bei den HF- und SO_2-Schäden (vgl. Bredemann und Radeloff 1932, a u. b) aufgenommene NH_3-Verbindungen in den beschädigten Blättern unmittelbar nachzuweisen. Dies wurde wiederum auf mikrochemischem Wege versucht, und zwar mit bestem Erfolg. Zum Nachweis von NH_4-Ionen sind verschiedene Verfahren bekannt, u. a. Fällung mit Neßlers Reagens, Reduktion von Silbertannin (Makris 1930, 212), Farbreaktion mit Thymol-Bromwasser (Hansen 1930, 389), Fällung mit Silico-Wolframsäure (Rosenthaler 1924, 32) und mit Platinchlorwasserstoffsäure (Molisch 1913, 60). Die ebenso einfache wie zuverlässige Fällung als Ammoniumplatinchlorid erwies sich als genügend empfindlich für den vorliegenden Zweck. Von den beschädigten Pflanzen wird ca. 1 g der frischen Blattsubstanz zerkleinert und in der Mikrogaskammer (Objektträger mit aufgekittetem, ca. 1 cm hohem, plangeschliffenem Glasring) mit 2 Tropfen 1 %iger Natronlauge versetzt. Enthält die Probe freies Ammoniak oder Ammoniumverbindungen, so destilliert NH_3 in den am aufgelegten Deckglas hängenden Tropfen 10 %iger Platinchlorwasserstoffsäure über, und man beobachtet eine Fällung von gelbem Ammoniumplatinchlorid zunächst am Rande des Tropfens, von wo aus die einzelnen Kristalle allmählich zur Mitte des Tropfens schwimmen. Die Kristalle sind gut gekennzeichnet durch ihre scharf ausgeprägte, meistens große reguläre Form, vorwiegend Oktaeder und Kombinationsformen des Oktaeders mit dem Würfel bezw. dem Ikositetraeder, die sehr oft auch tafelförmig auftreten. Die gleichartigen Kristalle des Kaliumplatinchlorids können nach der Natur des Vorganges den NH_3-Nachweis nicht stören. Wenn der Platinchlorwasserstofftropfen eindunstet, können zuweilen die ebenfalls regulären und gelben Kristalle der H_2PtCl_6 entstehen, die aber vorwiegend reine Würfel bilden und im Gegensatz zum $(NH_4)_2PtCl_6$ in Alkohol und Wasser löslich sind.

Nur um Material für die Analyse zu gewinnen, wurden bereits im März eine Reihe von Topfblumenpflanzen unter Glasglocken mit Ammoniak begast. Die Konzentration der Ammoniakatmosphäre — das Gas dunstete aus einer Schale mit Ammoniakwasser ab — wurde in diesen Versuchen nur annäherungsweise den natürlich vorkommenden Rauchkonzentrationen angepaßt. Die Beschädigungen auf den begasten Blättern — einfallende graubraune bis schwarzbraune Flecke in den Interkostalfeldern oder am Blattrand (Pelargonie) — glichen in der

Tat denen der praktisch vorkommenden NH_3-Schäden. In den beschädigten Blättern der Fuchsien, Pelargonien, Cyclamen, Gloxinien und Begonien ließ sich das aufgenommene Ammoniak leicht und sicher nachweisen, während unberäucherte Kontrollpflanzen niemals eine Fällung ergaben. Die Begonien wurden insofern ungewöhnlich beschädigt, als ihre Blätter zunächst nicht vertrocknende Flecke bekamen, sondern ihre Blattstiele einknickten und die Spreiten längere Zeit schlaff und schmierig weich herabhingen. Erst später traten fahlgraue, einfallende Flecke auf. Die weichen Begonienblätter gaben noch 10 Tage nach der Beschädigung eine deutliche, starke Reaktion. Wenn hier eingewendet werden könnte, daß die Reaktion teils auch auf Zersetzungen im Gewebe beruhe, so ist dieser Einwand nicht möglich bei den normalen Verdorrungserscheinungen nach NH_3-Einfluß. Denn unberäucherte Blätter, die natürliche Herbstverfärbung zeigten oder aus irgendwelchen Krankheitsursachen vertrockneten, ergaben trotzdem niemals die Ammoniakreaktion[1]). Auch in den begasten Gloxinien und Cyclamen, deren Blätter mehrere eingeschrumpfte Flecke aufwiesen, ließ sich noch mehrere Tage nach der Beräucherung Ammoniak feststellen. Während bei den frischen Schäden der gelbe Niederschlag immer schon unmittelbar oder kurz nach dem Auflegen des Deckglases auftrat, mußte bei älteren Beschädigungen die Mikrogaskammer vorsichtig, am besten im Wärmeschrank, eine Viertelstunde lang auf 50 ° C erwärmt werden.

Auch die oben beschriebenen, im Sommer beräucherten Pflanzen wurden analysiert, soweit das Material es zuließ. Die gemeinsam mit der Tomate begaste Esche, die erst am 13. Tage nach der Beräucherung, als alle Blätter inzwischen längst verdorrt waren, untersucht wurde, ließ keinen NH_3-Gehalt mehr erkennen, auch nicht die bereits dürren Blätter des Ahorns in dem Versuch. Die Blätter der beiden Tomatenpflanzen jedoch, die nur teilweise verdorrten, ergaben ständig bis zum 19. Tage nach der Begasung noch eine deutlich erkennbare Fällung, ohne daß bei der Destillation erwärmt wurde. Auch die in der Versuchsreihe mit den sechs Bäumen begaste Esche reagierte deutlich positiv, indem zahlreiche große $(NH_4)_2PtCl_6$-Kristalle, ohne Erwärmen der Mikrogaskammer, ausfielen.

Aus der Praxis erhielten wir zur gleichen Zeit Tomatenblätter zugeschickt, die aus einem mit Pferdemist beschickten Treibhaus stammten und vermutlich unter entwickelten Ammoniakgasen gelitten hatten. Die Blätter wiesen größere schwarze bis schwarzgrüne Flecke

[1]) Nach Weevers (1920, 245), Müller (1922, 333) und Schaffnit und Lüdtke (1932, 353) kommen Ammoniumsalze in gewissen höheren Pflanzen außer in den Wurzeln zuweilen auch in den Blättern vor. Soweit die Pflanzen angegeben und zu beschaffen waren, wurden diese natürlichen Ammoniummengen nach unserer Methode nicht erfaßt. Im übrigen sind Kontrollversuche stets angezeigt.

auf und waren größtenteils schon vertrocknet. Die mikroskopische Prüfung ergab jedoch trotzdem noch eine deutliche Fällung von Ammoniumplatinchlorid, während Vergleichsblätter gesunder Tomatenpflanzen negativ reagierten.

Verglichen also mit den sauren Abgasen schädigt Ammoniak die Blätter insofern ähnlich, als es ebenfalls den Chlorophyllapparat in erster Linie angreift, grüne Blätter daher weit empfindlicher sind als die Blumenkronblätter, die kaum betroffen werden, helles Licht die Schäden begünstigt und die Resistenzreihe einiger Bäume nach den bisherigen Untersuchungen mit derjenigen gegen SO_2-Einfluß auffallend übereinstimmt. Abweichend von den Rauchsäuren schädigen Ammoniakgase jedoch erst bei weit höherer Konzentration. Ferner schützt die Verdunkelung die Pflanzen gegen NH_3-Gase nicht in dem Maße wie z. B. gegen SO_2, was wohl dadurch bedingt ist, daß die Ammoniakgase außer der Chlorophyllzersetzung u. a. auch Gerbstoffausfall bewirken. Die Blätter verfärben sich infolgedessen, besonders bei gerbstoffreichen Pflanzen, vorwiegend dunkelbraun bis schwarz gegenüber den gewöhnlich gelb- bis rotbraunen Rauchsäureflecken. Gerbstoffausfall wird im übrigen auch durch Teerdämpfe verursacht. Die eingesunkene Epidermis und der damit verbundene Lackglanz oder die Runzelung der Blattoberhaut teerberäucherter Blätter unterscheiden diese aber leicht von den Ammoniakschäden. Wenn das interkostale Auftreten scharf begrenzter, allmählich verdorrender Flecke und die vorwiegende Mesophyllbeschädigung auf Raucheinfluß hindeuten und unter diesen NH_3-Schäden durch das Zusammentreffen von Chlorophyllzersetzung und Gerbstoffabbau bei vorwiegender Dunkelfärbung der Flecke gekennzeichnet sind, so gibt den sichersten und unmittelbarsten Nachweis einer NH_3-Einwirkung die mikrochemische Fällung des aufgenommenen Ammoniaks als Ammoniumplatinchlorid.

Literatur:

Bömer, M., Haselhoff, E. und König, J.: Über die Schädlichkeit von Sodastaub und Ammoniakgas auf die Vegetation. Ldw. Jb. 1892, **21**, 407—425.

Bredemann, G.: Jahresbericht des Instituts für angewandte Botanik, Hamburg 1931, 171 S.

— — Botanische Untersuchungen bei Rauchschäden. In Haselhoff, E., Bredemann, G. und Haselhoff, W.: Entstehung, Erkennung und Beurteilung von Rauchschäden. Berlin 1932 (im Druck).

— — und Radeloff, H.: Zur Diagnose von Fluor-Rauchschäden. Phytopatholog. Ztschr. 1932, **5**, Heft 2 (im Druck) a.

— — Rauchschäden durch schwefligsaure Abgase und ihre Erkennung. Phytopatholog. Ztschr. 1932, **5** (im Druck) b.

Hansen, P. A.: Ein neues Ammoniakreagens und seine Anwendung in der Bakteriologie. Ztrbl. Bakt. I., 1930, **115**, 388—390.

Haselhoff, E. und Lindau, G.: Die Beschädigung der Vegetation durch Rauch. Leipzig 1903, 394 S.

Kirchner: Im Jahresbericht des Sonderausschusses für Pflanzenschutz 1901. Arb. D.L.G. 1902, H. 71, 230.
Kny, L.: Die Abhängigkeit der Chlorophyllfunktion von den Chromatophoren und vom Cytoplasma. Ber. Dtsch. Bot. Ges. 1897, **15**, 388—403.
Makris, K. G.: Über eine neue empfindliche Reaktion auf Ammoniak. Ztschr. anal. Chem. 1930, **81**, 212—214.
Mayer, Ad.: Über die Aufnahme von Ammoniak durch oberirdische Pflanzenteile. Ldw. Vers.-Stat. 1874, **17**, 329—397.
Molisch, H.: Mikrochemie der Pflanze. Jena 1913, 394 S.
Müller, W.: Über die Abhängigkeit der Kalkoxalatbildung der Pflanze von den Ernährungsbedingungen. Beih. Bot. Ctrbl. 1922, **39**, 321—351.
Noack, K. (in Gemeinschaft mit Dr. O. Wehner und H. Grießmeyer): Untersuchungen über die Rauchschäden der Vegetation. Ztschr. angew. Chem. 1929, **42**, 123—126.
Peters, O.: Ammoniakschäden an der Fichte. Dtsch. Forstztg. 1928, **43**, 992.
Rosenthaler, L.: Neue Kristallfällungs-Reaktionen für $K^{\cdot}$, $NH_4^{\cdot}$ und $Mg^{\cdot\cdot}$. Mikrochemie 1924, **2**, 29—32.
Schaffnit, E. und Lüdtke, M.: Beiträge zur Kenntnis von Kältewirkungen auf die pflanzliche Zelle (II. Mitteilung): Über den Stoffwechsel landwirtschaftlicher Kulturpflanzen bei verschiedenen Temperaturen und wechselnder Ernährung. Phytopatholog. Ztschr. 1932, **4**, 329—386.
Sorauer, P.: Fremde und eigene Beobachtungen auf dem Gebiete der Pflanzenkrankheiten im Jahre 1875. Einfluß von Ammoniakgas. Ldw. Jb. 1877, **6**, Suppl.-H. II, 213—214.
— — Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Berlin 1924, 5. Aufl., **1**, 831—867.
Weevers, T.: Das Vorkommen des Ammoniaks und der Ammonsalze in den Pflanzen. Recueil Trav. bot. Néerl. 1916, XIII; rf. Ctrbl. Bakt. II, 1920, **50**, 245.
Wehner, O.: Untersuchungen über die chemische Beeinflußbarkeit des Assimilationsapparates. Planta 1928, **6**, 543—590.
Wieler, A.: Über die Ursache der bei Teerschäden an den Blättern auftretenden Verfärbungen. Bot. Arch. 1925, **11**, 272—314.

Über die Lebensdauer der Uredosporen Puccinia triticina.

Von Ing. Erich Schilcher
Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien.

Dem Getreiderost, einer unserer gefährlichsten Getreidekrankheiten wurde in den letzten Jahren allerorts eine gesteigerte Aufmerksamkeit zugewendet, was in der Schaffung eigener, für diese Zwecke eingerichteter Rostforschungsinstitute in einzelnen Ländern einen sichtbaren Ausdruck gefunden hat. Leider gestatten es die schlechten wirtschaftlichen Verhältnisse in den wirtschaftlich besonders schwachen Ländern nicht, ähnliches zu schaffen und muß wohl oder übel für die damit verbundenen Laboratoriumsarbeiten mit den vorhandenen Mitteln das Auslangen gefunden werden. Daß hiedurch insbesondere die Durchführung der künstlichen Infektionsversuche oft sehr erschwert wird, liegt klar auf der Hand. Raummangel oder die Nichteignung der Räume für derartige Untersuchungen in gewissen Zeiten zwingen zu langsamerem

Arbeitstempo und verzögern die Aufarbeitung des gesammelten Materiales. Die notwendige Folge hieraus ist, daß man der Konservierung des Rostmaterials insbesondere in kleinen Instituten besondere Sorgfalt zuwenden muß, um dasselbe keimfähig zu erhalten.

Wie nach Scheibe[1]) Untersuchungen Mains zeigen, ist die Aufbewahrung der Rostsporen in Kühlschränken bei einer Temperatur von etwa 9—12° am zweckmäßigsten. Ihm selbst ist es auf diese Weise gelungen, Material von *Puccinia triticina* 159 Tage aufzubewahren, ohne daß es die Keimfähigkeit einbüßte.

Leider ist es aber nicht immer möglich, selbe in einem Kühlschrank bei möglichst gleichmäßiger Temperatur aufzubewahren, da auch diese notwendigen Behelfe bzw. Einrichtungen nicht immer zur Verfügung stehen. So war auch Scheibe (1928) gezwungen, da ihm Einrichtungen wie Kühlschränke nicht zur Verfügung standen, das Sporenmaterial im Keller aufzubewahren, doch entsprach dieser Weg nur zum Teil, da das Sporenmaterial bereits nach 60 Tagen seine Keimfähigkeit einbüßte.

Da nun auch mir bei meinen laufenden Arbeiten über *Puccinia triticina* nicht die nötigen Behelfe wie Kühlschrank usw. zur Verfügung stehen, so machte ich den Versuch, die Sporen einfach in Petrischalen im Arbeitszimmer aufzubewahren. Das Sporenmaterial, das diesbezüglich zur Verfügung stand, war durchwegs Vermehrungsmaterial von Braunrost verschiedener Herkunft, welches nicht mehr benötigt wurde und von den Pflanzen Ende August und anfangs September abgeklopft worden war.

Mit diesem Material wurde nun alle 14 Tage ein Infektionsversuch vorgenommen, der jedesmal gelang, und volle, schön ausgebildete Pusteln lieferte. Die letzten diesbezüglichen Versuche erfolgten im Verlauf des Monates März mit Sporen aus 5 verschiedenen Herkünften, die alle schöne Befallsbilder lieferten, so daß von einem Nachlassen der Keimkraft bei den Sporen nichts zu merken war. —

Die Versuche wurden hierauf unterbrochen und erst Ende Mai wieder aufgenommen, wobei es sich zeigte, daß sämtliches im Monate September des vorangegangenen Jahres gesammeltes Sporenmaterial seine Keimfähigkeit nunmehr vollkommen eingebüßt hatte. Da die im März untersuchten Proben noch volle Keimfähigkeit besessen hatten, war offensichtlich der Verlust der Keimfähigkeit in der Zeit von März bis Mai eingetreten. Der genauere Zeitpunkt, wann die Keimfähigkeit verloren gegangen war, entzieht sich unserer Kenntnis, da bedauerlicherweise in den Monaten April und Mai keine Impfversuche ausgeführt worden waren. Aus den Versuchen geht aber unzweideutig

[1]) Scheibe, A., Studium zum Weizenbraunrost *Puccinia triticina* Erikss. Arbeiten der biol. Reichsanstalt 16, 1928.

hervor, daß die Sporen in der Zeit von September bis Februar, also während eines Zeitraumes von 6 Monaten an Keimfähigkeit nichts eingebüßt hatten.

Es zeigte der oben angeführte Versuch, daß eine Aufbewahrung des Sporenmateriales in einem trockenen Raum mit normaler, den Jahreszeiten angepaßter Zimmertemperatur ganz gut möglich erscheint. Die Grenzwerte liegen allerdings zwischen etwa 9° C als Nachttemperatur im Winter und etwa 22° C als fallweise Tagestemperatur im Spätsommer. Da jedoch die Extreme dieser Schwankungen zwischen 9 und 22° zeitlich ziemlich weit auseinander liegen, so dürften diese ohne nennenswerte Schädigung für die Sporen gewesen sein. — Nicht unerwähnt darf jedoch bleiben, daß die Schalen mit dem konservierten Sporenmaterial niemals einer Sonnenbestrahlung ausgesetzt wurden und meistens mit einem Tuch überdeckt waren.

Mit Wiederaufnahme der Versuchsarbeiten im Mai wurde auch gleichzeitig an eine Überprüfung der Keimfähigkeit des im Februar und März abgeklopften und konservierten Sporenmaterials geschritten. Es zeigte sich, daß fast sämtliche derartige Proben gute Infektionsergebnisse brachten, woraus zu ersehen ist, daß dieses auf die anfangs beschriebene Weise aufbewahrte Sporenmaterial die Konservierung, wenn auch allerdings nur 3 Monate, gut überstanden hatte. Nur in einem einzigen Falle war kein Infektionsergebnis zu verzeichnen.

In der Folgezeit zeigte es sich jedoch, daß die Keimkraft der Sporen nachließ. Ein Ende Juni dieses Jahres diesbezüglich angestellter Versuch mit 11 Herkünften ergab nur in 7 Fällen einen entsprechenden Befall, während die restlichen vier keinerlei bzw. ganz schwache Pustelbildung auf den Wirtspflanzen hervorzubringen imstande waren. Dieses Nachlassen der Keimkraft nach bereits etwa 4 Monaten scheint vermutlich lediglich auf die höheren Temperaturen zurückzuführen zu sein, woraus hervorgeht, daß andauernde sommerliche Zimmertemperaturen von 20—26° C der Keimkraft der Sporen nicht zuträglich sind und deren Lebensdauer abkürzen. Aus dem Vorhergesagten geht somit hervor, daß in den Herbst- und Wintermonaten die Lebensdauer der Sporen bei der angedeuteten Aufbewahrung etwa 6 Monate betragen kann, während sie sich in den Früh- und Hochsommermonaten nur auf etwa 3 Monate erstreckt.

Es ergibt sich aus den oben angeführten Versuchen die Tatsache, daß Rostsporen auch längere Zeit in Petrischalen im Laboratorium bei normaler Zimmertemperatur ungeachtet der sich ergebenden Temperaturschwankungen aufbewahrt werden können, was einen nicht zu unterschätzenden Vorteil für jene Institute darstellt, die über geeignete Kühleinrichtungen nicht verfügen.

Die Pflanzenkrankheits-Bekämpfung in Ligurien.[1])

Von Gerhard Reinboth.

Kaum eine Zone Italiens hat eine intensive Krankheitsbekämpfung so notwendig wie Ligurien. In dieser reichen Gartenbauzone der Riviera ist die ganze Exportblumen- und Pflanzenproduktion konzentriert, die Zone ist bedeutsam für die Produktion an Frühobst und -gemüse; schließlich bilden Wein und Oliven weitere große landwirtschaftliche Kulturen. Ligurien ist aber gleichzeitig durch die Struktur seines Landes ganz besonders Pflanzenkrankheiten ausgesetzt: die Ländereien und Gärten liegen durchweg auf Terrassen, die sich die Hügel hinaufziehen und die durch eine mörtellose Mauerkonstruktion (muro a secco) gestützt werden. Diese Mauerbauten, bekannt, aber nicht gleich stark auch im übrigen Italien verbreitet, bieten mit ihren Millionen von Höhlungen Schlupfwinkel und Nistgelegenheiten für jede Sorte von Parasiten. Man hält jedoch an den „Muri a secco" fest, weil sie eine Art von Heizung für den dahinter liegenden Boden bilden. Die Luftkammern der Mauern geben nachts an die dahinter und darüber liegende Erde nicht unwesentliche Wärmemengen ab. Schließlich ist Ligurien noch durch einen anderen Umstand besonders Pflanzenkrankheiten ausgesetzt. Es geht eine außerordentlich starke Einfuhr nach Genua; vor allem die Bananen, erst aus den kanarischen Inseln und nun aus den Afrikakolonien, dann die ägyptischen Zwiebeln, schließlich ungeheure Mengen von Samen und Bulben jeder Art aus den verschiedensten Herkunftsländern müssen alle als verdächtige Träger von Parasiten angesehen werden. Wenn also irgendwo ein durchgreifend arbeitendes Krankheitsüberwachungsamt notwendig war, so ist es in Ligurien der Fall und die italienische Regierung hat nach dem Kriege nicht versäumt, mit aller Energie gegen Pflanzenkrankheiten vorzugehen, welche einmal die Erträgnisse der Zonen vermindern mußten, zum anderen aber bei einer wachsenden Aufmerksamkeit der Belieferungsländer internationale Geschäfte in Gefahr bringen konnten.

So ist im Jahre 1919 das Kgl. Phytopathologische Osservatorium für Ligurien zur Einrichtung gekommen und in ihm sind mit seinen verschiedenen über ganz Ligurien verteilten Abteilungen alle Bekämpfungs- und Vorbeugungsarbeiten vereint worden. Die Aufgaben des Institutes mit seinen verschiedenen Unterabteilungen sind folgende: phytopathologische Überwachung über die Einfuhren an Pflanzen, Samen, Knollen und sonstigen Pflanzenteilen in den Zollämtern von Genua und Ventimiglia; Überwachung des gesamten Handels mit Pflanzen, Samen, Blüten und Früchten in Ligurien und zwar in liguri-

[1]) G. R., Die italienische Pflanzenkrankheits-Gesetzgebung. Jahrg. 1931, S. 526.

scher Erzeugung; Überwachung der ligurischen Gärtenreien und landwirtschaftlichen Unternehmungen; Studium der schädlichen Insekten, Pilze und sonstigen Erkrankungen der in Ligurien gezogenen Pflanzen, sowie Erprobung von Bekämpfungsmitteln; Experimente mit neuen Insektenbekämpfungsmitteln; Leitung des Kampfes gegen Pilzkrankheiten; Einführung, Akklimatisation und Verbreitung von nützlichen Insekten, Vogelschutz sowie sonstige Maßnahmen, welche die Gesundheit der ligurischen Kulturen verbürgen können.

Sind hier die Kontrollmaßnahmen über die Einfuhr von Vegetabilien jeder Art in den Häfen von Genua, Savona, Spezia und die Kontrollen an dem Grenzübergang von Ventimiglia, wo es sich in der Hauptsache um Überwachung der Zufuhren der Ziergärtnereien handelt, übergangen, so muß die Überwachung der Gärtnereien und Züchtereien besonders betrachtet werden. Die Kontrolle ist schon vor Erscheinen des Pflanzenbekämpfungsgesetzes auf etwa 90 % der Pflanzengärtnereien ausgedehnt gewesen. Ganz besonderes Interesse hat die Zone der Levante-Riviera erhalten müssen, insofern dort der Blumenbau stark befallen erschien und die Tortrix-Verseuchung ein derartiges Ausmaß angenommen hatte, daß das Institut die gesamte Nelkenzucht in der Provinz Genua aufzugeben riet. Da jedweder Umsatz außerhalb der Lokalzone schon vor Erscheinen des Pflanzenschutzgesetzes von Handelserlaubnissen des Institutes abhängig gemacht war, war es dem Institut leicht, in den verseuchten Zonen den Nelkenbestand so zu vermindern, daß die Blumenzone von Genua Nelken überhaupt praktisch aufgab. Über die Tätigkeit der Überwachung gibt am besten die Menge der Handelserlaubnisse eine Auskunft; im Jahre 1931 wurden an Ausfuhrgenehmigungen 2170 und an Handelserlaubnissen innerhalb des Königreiches 10310 erteilt. Besonders intensiv ist die Überwachung in den Züchtereien der Zone zwischen Genua und S. Margherita, d. h. in jener Gärtnereizone, die über das größte Vermögen an Glashäusern verfügt.

In der Pflanzenbekämpfung hat sich das Interesse des Institutes ganz besonders der Reblaus und der Ölfliege zugewandt. Für die Reblausbekämpfung ist ein neues italienisches Aluminiumpräparat vier Jahre hindurch ausprobiert worden. Die Jahre 1928 und 1929 haben bei den Versuchen mit diesem Mittel scheinbar Erfolge gebracht und man glaubte schon ein sicheres Bekämpfungsmittel, herstellbar aus italienischen Produkten, in der Hand zu haben, als die starke Reblausverseuchung der Jahre 1930 und 1931 eine vollkommene Wirkungslosigkeit des Mittels erwies. Die Versuche mit diesem Mittel sind daher aufgegeben worden. Auch die Verseuchung der Kirschbestände mit der Kirschenfliege bildete ein besonderes Arbeitsgebiet des Institutes und in einer schwer verseuchten Zone (Gogorno) hat man eine Verminderung des

Befalles bis auf 3% der Früchte erzielen können. Das bedeutet aber ein nichterreichtes Erlöschen der Verseuchung. Gegen die Ölfliege arbeitete man mit arsenvergifteter Melasse und hatte damit eine Verminderung des Befalles von 45—70% in nicht behandelten Zonen auf 6% in den behandelten Zonen erreichen können.

Von großem Interesse sind die Einführungen und Akklimatisationen von nützlichen Insekten. So hat man zur Blutlausbekämpfung (*Eriosoma lanigera*) den *Aphelinus mali* in 25 Kolonien in Ligurien eingebürgert. Zur Bekämpfung der Schildläuse ist aus Bengasi und Algerien die *Novius cardinalis* eingeführt worden und durch das ligurische Institut in 265 Kolonien in ganz Italien verteilt worden. Die Erfolge dieser Einbürgerung sollen sich bereits in einer starken Verminderung des Befalles und einem guten Weitergedeihen der eingeführten Insekten gezeigt haben. Die Überwachungsstationen der Freilandexportblumenzonen haben einen energischen Kampf vor allem gegen den Nelkenwickler begonnen und sollen eine Verminderung des Befalles erreicht haben. Die ganze Pflanzenkrankheitsbekämpfung in Ligurien hat nunmehr aber nach dem Erscheinen des Pflanzenschutzgesetzes eine bessere Durchführung möglich gemacht und gegenwärtig ist das Institut dabei, zwischen Landwirten und Gärtnern Liguriens Konsortien zustande zu bringen, welche sich auf den Kampf gegen einzelne schädliche Insekten und Pilzkrankheiten spezialisieren.

Bekämpfung von Flechten und Moosen, besonders in Baumschulen und Forstgärten.

Von Professor von Tubeuf.

Mit 4 Abbildungen.

1. Bekämpfung der Flechten im Park, Obst- und Pflanzgarten.

Die Flechten sind keine Parasiten; sie sind vielmehr Epiphyten welche höchstens in den toten Korkschüppchen und Borkerissen unter die Pflanzenoberfläche mechanisch eindringen und sich im übrigen auch auf glatten Oberhäuten, selbst der Nadeln von Coniferen mit ihren Haftorganen zu befestigen vermögen. Diese schon immer angenommenen Tatsachen hat Lindau-Berlin[1]) in einer besonderen Arbeit ausdrücklich und einwandfrei festgestellt und in Sorauers Handbuch später zusammengefaßt[2]).

[1]) Lindau, Lichenologische Unters. I. Dresden 1895.

[2]) Lindau, Bearbeitung von Bd. 2 des Sorauerschen Handbuches der Pflanzenkrankh. „Die pflanzlichen Parasiten", S. 482—487. „Die Flechten" 1908.

Man findet die Flechten noch nicht auf den einjährigen Baumsprossen, aber schon auf den nächstälteren, da sie als Soredien anfliegen und bald zum Thallus auswachsen. Wenn man die Flechten schon auf dem jüngsten Sprosse findet, ist dieser schon älter als eine Vegetationsperiode, aber ohne Längenzuwachs geblieben.

Der Flechtenwuchs und das Überwuchern der Sprosse wird sehr befördert durch hohe Luftfeuchtigkeit und kühle Temperatur, welche den Zuwachs der Holzpflanzen hemmen. Alle Maßnahmen, welche Luftbewegung und Licht zu den Holzpflanzen zulassen, hemmen das Überwuchern durch Flechten. Es handelt sich dabei hauptsächlich um Parmeliaceen; welche ihren Thallus quer zum einfallenden diffusen Lichte ausbreiten.

Es ist daher in Parks, wo man in tieferen Lagen selbst freistehende Schmuck-Nadelhölzer mit Flechten finden kann, und im Walde, wo oft kostbare Exoten in feuchtkühlen Mulden und Lücken stehen, wünschenswert, die Flechten zu töten, vor allem bei den Nadelhölzern. Das gleiche gilt aber auch bei Laubhölzern, besonders den Obstbäumen, deren Zweige und Stämme oft dicht überwachsen sind, und bei Straßenbäumen. Da die Flechten als Symbiosen aus Pilzmyzel und Algen-Konidien bestehen, können sich die Bekämpfungsmaßnahmen sowohl gegen die Flechten als Gesamtorganismus richten wie gegen den Pilz oder gegen die Alge.

Da man früher den symbiontischen Charakter der Flechten nicht kannte und nach Aufdeckung desselben noch lange bestritt, wendete man nur das mechanische Entfernen der Flechten am Stamm der Obstbäume durch Abscharren, zugleich mit der Entfernung der Moose an. Hiebei sucht man allerdings an borkigen Stämmen auch einen indirekten Schaden zu beseitigen, nämlich die Schlupfwinkel schädlicher Insekten-Eier, -Puppen und Immagines zu entfernen.

Bei glattrindigen Bäumen bewirken Flechten auch Intumescenzbildung durch ihre wasserhaltende Kraft, wie ich experimentell nachwies[1]). —

Ich habe nun den starken Flechtenwuchs (*Parmelia*) auf einer Fichte durch Bespritzung mit Bordelaiser- (Kupferkalk-)Brühe auf unserem forstbotanischen Versuchsfelde in Grafrath völlig zum Absterben gebracht. Man kennt seit Nägelis Untersuchungen über die oligodynamische Wirkung von Kupfer auf Grünalgen, die außerordentliche Empfindlichkeit der Algen gegen geringste Kupfermengen und man kennt seit meinen Untersuchungen die Empfindlichkeit von Pilzen (zunächst beim Hausschwamm festgestellt) gegen die Alkalescenz

[1]) Tubeuf, Intumescenzbildung der Baumrinde unter Flechten. Mit 2 Abb. im Texte und 1 Tafel. Naturw. Z. f. Land- u. Forstw. IV. Jahrg., 1906, S. 60.

von Lösungen[1]). Es war also zu erwarten, daß mit der Kupferkalkbrühe beide Komponenten geschädigt würden. Die Kupferkalkbrühe ist alkalisch, die mit Soda und Seife versetzten Karbolineumbrühen auch. Die Flechtenpilze würden wahrscheinlich auch durch Sodalösung allein bekämpft werden können. Die Kupferkalkbrühe hat aber durch ihre Haftfähigkeit und langdauernde Wirkung besondere Vorteile.

Tatsächlich starben die bespritzten Flechten unter Verfärbung ins Dunkle alsbald ab (und konnten sich auch nicht erholen, wie es bei einem Scheintot möglich gewesen wäre). Allerdings haften sie als tote Körper noch lange Zeit auf den Zweigen und konnten (aus Schönheitsgründen) nur mechanisch entfernt werden. Den Fichten, die noch in Winterruhe waren, geschah keinerlei Schaden durch die Behandlung.

Wie ich nachträglich finde, hat auch schon Waite[2]) die Flechten wenigstens an Laubhölzern (am Birnbaum) und somit nur auf der Rinde mit Bordeaubrühe bekämpft. Zur Stammbespritzung der Obstbäume hat man auch 5% Soda mit 3—4% Teeröl nach Del Guercio[3]) verwendet. Solche Bespritzungen oder Anstriche hat man bei uns schon lange ausgeführt mit höherprozentigen (10%) Teerölen und mit den teerölhaltigen Obstbaumkarbolineumsorten. Diese zielen besonders auf die Vernichtung der Tiere (vor allem auch der festhaftenden Schildläuse, *Tetranychus*-Eier usw.) hin und sind nur zum Wintergebrauch am Stamm zu empfehlen. Sie sind nur als wässerige Emulsionen zu verwenden und werden durch Seife, Soda usw. emulgiert. Sie wechseln sehr in ihrer Zusammensetzung und somit in ihrer Wirkung im Pflanzenschutze.

Ihre dunkle Farbe hat die umgekehrte, nämlich wärmespeichernde Wirkung, wie ein die Sonnenstrahlen reflektierender weißer Kalkanstrich. Die Vermischung von Kalk und Karbolineum kann natürlich die Wirkung eines solchen weißen Kalkanstriches nicht ersetzen, denn ein Mischanstrich bleibt dunkel. Das Kalken der Stämme hat aber nur den Zweck, ein zu frühes Erwärmen der Südseite und somit eine zu früh eintretende Cambialtätigkeit zu hindern. Das zu frühe „Erwachen" des Baumes führt zu Frostbeschädigungen.

---

[1]) Tubeuf, Beiträge zur Kenntnis des Hausschwammes. Mit 2 Tfln. und 4 Textb. Naturw. Z. für Land- u. Forstw., 1. Jahrg., 1903, S. 249—268. Bes. II: Verhalten des Hausschwammes bei saurer und alkalischer Reaktion der Nährlösungen (S. 256).

[2]) Wait, Experiments with fungicides in the removal of lichens from pear trees. Journ. of. Mycol., 1893, S. 264.

[3]) Del Guercio, Versuche zur gleichzeitigen Bekämpfung des Blütenstechers, der Schildläuse, Moose und Flechten an Apfel- und Birnbäumen. Mitteilung auf d. VII. internat. landw. Congreß zu Rom. Ref. in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh., 1903, Bd. XIII., S. 241.

Sonnen- oder Rindenbrand tritt dagegen ein, wenn die Temperatur direkt besonnter Stämme auf der Südseite bis zum Cambium über 50—52° erreicht, wobei das Cambium abstirbt. Diese Temperaturen können im Sommer eintreten, wenn z. B. Laubholzbäumchen aus dichterem Baumschulstand als Straßenbäume frei gestellt werden (man sollte sie mit lockerer und somit luftiger Schilfdecke schützen) oder wenn durch den Wald ein Hieb, ein Weg, eine Schneuße, eine Bahnlinie, eine Straße gelegt wird und die Stämme der Bäume der Südseite exponiert werden. Hier tritt der Tod der Rinde bis zum Holzkörper ein, die Rinde trocknet, wird von Pilzen besiedelt, löst sich und bröckelt ab. Die so entstandene Wunde trocknet tief in den Holzkörper und wird von den Rändern überwallt, aber nur sehr langsam oder gar nicht mehr geschlossen. Das bloßliegende Holz wird alsbald trockener und lufthaltig, es wird daher von Pilzen und von Insekten befallen und zerstört. Bei Abhieb von kahlgefressenen Fichten (Nonnenfraß 1892) wurden die einzeln stehengelassenen, nicht kahlgefressenen Fichten bei großem Rindenbrand der genannten Art zum Absterben gebracht. (Die Temperaturdifferenz zwischen Nord- und Südseiten des besonnten Baumstammes bei Frost im Nachwinter, welche sich nach Mix[1]) bedeutend verstärkt, wenn der Baum durch Carbolineum dunkel gefärbt wird, kann bei unbehandelten Bäumen 19, bei behandelten 29°, also 10° mehr betragen. Mix nimmt an, wie Trappmann in seinem Buche „Schädlingsbekämpfung" 1927, S. 208, referiert, daß diese Erwärmung Sonnenbrand sehr begünstige. — Das wäre zum mindesten nachzuprüfen.)

Meine Bekämpfung richtete sich aber nicht gegen die Laub- oder Krustenflechten auf der Korkrinde oder der Borke von Laubholzstämmen im Winterzustande, sondern gegen die Flechten auf den benadelten Nadelholzzweigen in der Zeit der Vegetationsruhe. Mit Rücksicht auf die viel empfindlichere Benadelung dieser vielfach als Schmuckbäume verwendeten, kostbaren Nadelhölzer muß natürlich die Bekämpfung von Epiphyten eine viel schonendere und vorsichtigere sein. Daher mag es kommen, daß von solchen Bekämpfungsmaßnahmen in der Literatur[2]) nichts zu finden war.

2. Moosbekämpfung im Pflanzgarten.

Sowohl Lebermoose wie Laubmoose können in forstlichen Pflanzgärten so überhandnehmen, daß sie schädlich werden. So bilden auf

[1]) Mix, Cornell Univ. Agric. Exp. Stat., 1916, S. 382.

[1]) Auch Funk geht im Forstschutze von „Heß-Beck" ausschließlich auf die Bedeutung der Flechten auf den Waldboden ein und empfiehlt daher nur Bodenpflege. (Hier würden wohl nur Cladonien und *Cetraria islandica* in Frage kommen.)

feuchten Lehmböden die Marchantieen oft starke Bodenüberzüge, welche die Luftzirkulation des Bodens hemmen und kleine Pflänzchen bedrängen, obwohl ihr Thallus sich nur in flachen Lappen auf der Bodenoberfläche ausbreitet. Viel schädlicher erweisen sich die *Polytrichum*-Arten, welche sogar im Walde so hohe, dichte und ausgedehnte Überzüge formen, daß man sie mit der Plaggenhaue entfernen muß. Aber auch andere Polsterbildner wirken schädlich, ja selbst das niedere *Bryum argenteum* bildet dichte Teppiche.

Es ergab sich nun Gelegenheit auf unserem forstbotanischen Versuchsfelde in Grafrath einen Bekämpfungsversuch im Oktober 1927 auszuführen.

Die sonst übliche mechanische Bekämpfung durch Ausreißen oder Lockerhacken der Moospolster hat auf einem mit kleinen Anzuchtspflanzen bewachsenen Landstück große Nachteile. Der Boden wird gelockert, die Pflänzchen verlieren ihre Standfestigkeit. Der aufschlagende Regen bildet Erdhöschen an den Stämmchen, an diesen steigt oft das Myzel der *Thelephora laciniata* herauf und überwuchert die Pflänzchen so, daß sie absterben. Die Sonne andererseits trocknet die freigelegte Erdoberfläche aus und erhitzt den Boden und die Basis der jungen Pflänzchen. Der Barfrost hebt den nackten Boden mit den Pflänzchen in die Höhe und der Boden sinkt bei Tauwetter wieder zusammen. Die über den aufgefrorenen Boden emporgehobenen Pflänzchen fallen aber mit entblößter Wurzel um und liegen auf der Erdoberfläche. Man muß sie rechtzeitig wieder in die nasse Frühjahrserde drücken, sonst vertrocknen sie ganz. Man pflegt daher vielfach zwischen die Reihen junger Pflänzchen im Walde gesammeltes Moos (*Polytrichum*, *Hypnum*) in dicken Polstern zu legen und mit Holzprügeln zu beschweren und somit zu befestigen. Diese Vorteile sind aber noch besser erreicht, wenn man den Moosteppich auf den Beeten im Herbste unberührt stehen läßt, das Moos aber durch Bespritzung abtötet, so daß es nicht mehr größer wachsen, nicht mehr Wasser und Salze den Pflänzchen wegnehmen kann, sie vielmehr noch schützen wird. Die Bespritzung ist viel schneller und leichter ausgeführt und daher billiger und wirkungsvoller. Zu dem Versuche wählte ich eine locker mit jungen (etwa 3jähr.) Kiefern und mit Lärchen bestockte, im übrigen auf größeren Flächen mit Moosen (besonders *Polytrichum commune* und *juniperinum*, *Bryum argenteum*, auch noch mit *Dicranum scoparium*) in dichtem Teppich überwucherte Fläche.

Es galt nun festzustellen, welche Bespritzungsmittel die Moose ohne die Waldpflanzen, besonders die Nadelhölzer zu schädigen, abtöten würden. Aus meinen Berliner Schütteversuchen (1901) wußte ich schon, daß die Bespritzung mit Kupferkalkbrühe wie auch mit Eisenkalkbrühe und mit gelöschtem Kalk allein den Nadelhölzern

nicht schädlich ist. Hiezu wurde noch Eisenvitriol und Kupfervitriol in verschiedener Konzentration verwendet.

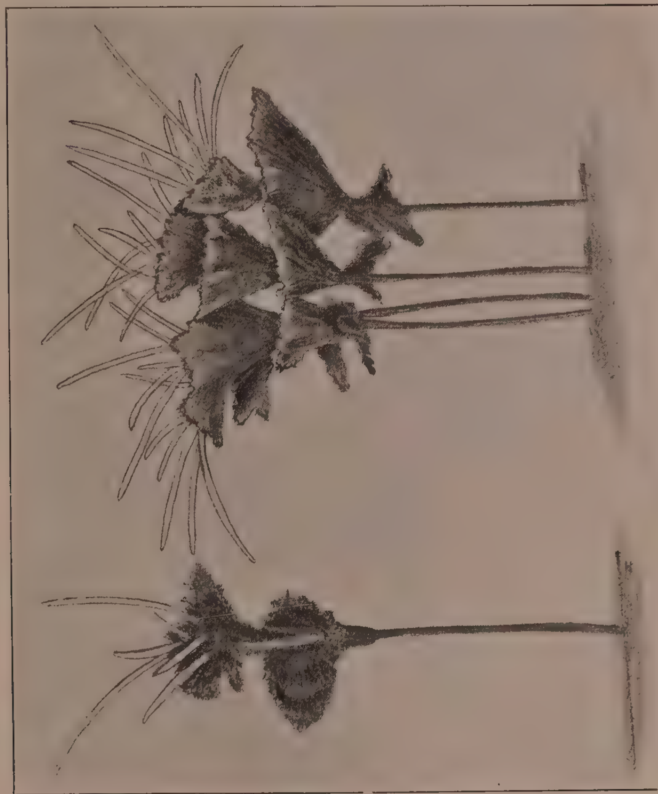


Abb. 2. Einjährige Weißtannen, von den Fruchtkörpern der *Telephora laciniata* bis über die Gipfelknospe eingewachsen.



Abb. 1. *Thelephora laciniata* an Fichte.

Ein langes Beet wurde in 8 Beetchen von 2 m Breite quergeteilt und diese Beetchen in folgender Weise bespritzt und zwar am 23. Oktober 1927.



Abb. 3. Einjährige Weißtannen, bewachsen von den Fruchtkörpern der *Thelephora laciniata.* Bei der einen Pflanze hat sich der Fruchtkörper kreiselförmig unterhalb des Quirles der großen Cotyledonen und der kleinen Primärblätter ausgebreitet; bei der anderen Pflanze aber hat er diesen Blattquirl und die Gipfelknospe völlig umwachsen, sodaß er dem Stengel der Pflanze oben aufsitzt wie ein Agaricus-Hut dem eigenen Stiele.



Abb. 4. Einjährige Buchenpflanzen im Winterzustande mit dürren Blättern. An den Stämmchen wuchern die Fruchtkörper der *Telephora laciniata* herauf.

A. Wirkung auf Nadelhölzer:

Beet	1	mit	Kupfersulfatlösung von	5%
„	2	„	„ „	10%
„	3	„	„ „	15%
„	4	„	„ „	20%
„	5	„	Calciumhydroxyd-Suspension	2%
„	6	„	gelöschter Kalk ($Ca(OH)_2$.	4%
„	7	„	Bordelaiser-Brühe (Kupferkalkbrühe). . .	2%
„	8	„	Eisensulfatlösung	20%.

Das Resultat war folgendes: Weder *Pinus silvestris* und *montana* noch die 2jährige Tiroler und Sudeten-Lärche, alle, im Spätherbstzustande, erlitten durch die Bespritzung direkt (oder indirekt durch die auf den Boden gekommenen Chemikalien) wesentliche Beschädigungen. Bei 5 und 6 wurden die Karpathenkiefern etwas gebräunt.

B. Wirkung auf Moose.

Beet	1	mit	5%	$CuSO_4$.	Es waren nach grüne Moospartien da.
„	2	„	10%	„	Fast keine grünen mehr vorhanden.
„	3	„	15%	„	„ „ „ „ „
„	4	„	20%	„	„ „ „ „

Das Moos wurde alsbald (nach wenig Stunden!) nach der Bespritzung völlig braun. 20% wirkte über die ganze Fläche vernichtend. Diese sieht Mai 1929 noch schwarz und absolut moosfrei aus.

Beet	5	mit	2%	$Ca(OH)_2$	Das Moos ist grün geblieben.
„	6	„	4%	„	Ebenso grün geblieben.

Beet 7 mit 2% Kupferkalkbrühe. Anfangs ziemlich grün.
Über Winter wurde das Moos ziemlich braun.

Beet 8 mit 20% Fe, SO_4 Grün geblieben.
Das Moos wurde erst dunkelgrün, dann an vereinzelten Parzellenstellen schwarz.

Nach der Kontrolle vom Herbste 1928 war nur Kupfervitriol genügend wirksam und zwar mit steigender Konzentration wirksamer.

Gegen Moos genügt zur Bekämpfung die 10%ige Lösung: ganz frei von Moos und Gras blieb die mit 20% gespritzte Fläche.

Moos kam nicht wieder, wohl aber Gras. Eisenvitriol war unwirksam; die bespritzten Moospflanzen wurden bald nach der Bespritzung dunkler grün und nur einige schwarz bei 20%iger Lösung.

Im Herbste 1929 stand der Versuch so, daß man sich am besten zu einer 20%igen Kupfervitriollösung entschließen sollte.

Im Mai 1929 ließ ich die Bespritzung mit 20% Kupfervitriollösung auf einer Reihe von Beeten mit verschiedenen Nadelhölzern wiederholen:

A. Kiefern.

1. *Pinus silvestris* ⎫
2. „ *nigra* ⎬ 2-Nadler
3. „ *montana arborea* ⎪
4. „ *leucodermis* ⎭
5. „ *Strobus* ⎫ 5-Nadler.
6. „ *Peuce* ⎭

B. Fichten.

7. *Picea excelsa.*

C. Tannen.

8. *Abies pectinata.*

D. Douglastannen.

9. *Pseudotsuga Douglasii viridis.*

E. Lärchen.

10. *Larix europaea.*

Sämtliche Pflanzen blieben unversehrt.

Einen früheren Moosbekämpfungsversuch und zwar im Walde hat Dr. J. Busse in Hann. Münden im Jahre 1911 angestellt und unter dem Titel „Ätz-(Düngungs-)Versuch" in meiner Naturwissenschaftl. Zeitschr. für Forst- und Landwirtschaft. Dez.-Heft, 1911, S. 552, veröffentlicht. Die Bekämpfung galt der Unkrautflora und dem Moose (*Polytrichum*). Der vergleichende Versuch fand aber auf einer größeren Fläche mit fast reiner *Polytrichum*-Decke statt.

Anwendung fanden 7 Mittel. Zwischen den behandelten Parzellen (25 qm) lagen unbehandelte zum Vergleiche.

Die Mittel waren:

1. Ätzkalk (pro Parzelle 10 K.)
2. Kainit (pro Parzelle 4 K.)
3. Eisenvitriol (pro Parzelle 4 K. in 20% Lösung).
4. Masut (unreines Petroleum, pro Parzelle 4 K.)
5. Florium in Wasser lösliches Karbolineum (pro Parzelle 1,25 K. in 5% Lösung).
6. Kresolnatrium (pro Parzelle 1 K. in 5% Lösung).
7. Kresolschwefels. (pro Parzelle 1 K. in 5% Lösung).

Die Mittel wurden ausgestreut oder gegossen und zwar im Frühjahr (19. April).

Über kleine Abweichungen von den obigen Mengen und sonstiges Detail wäre das Original nachzusehen.

Der Erfolg war etwa folgender:

ad 1. Die Kalkung hatte eine schädliche Wirkung auf das Moos.

„ 2. Das Kainit verursachte eine bleibende tiefe Braunfärbung, war am billigsten und hatte auch noch Düngewirkung.

„ 3. Eisenvitriol verursachte erst graue, dann tiefe Schwarzfärbung.

„ 4. Masut verursachte auch Braunfärbung.

ad 5. Florium, das Moos verfärbte sich nur leicht grau.
„ 6. Kresolnatrium, Braunfärbung und bürstenartige Verklebung des Mooses.
„ 7. Kresolschwefelsäure. Graufärbung und Verklebung.

Dem Ausstreuen von Pulver wurde der Vorzug gegeben gegenüber dem Begießen.

Leider wurde, wie es scheint, der Versuch nicht weiter verfolgt.

In einem Abschnitte Schutz gegen Forstunkräuter in Heß-Beck, Forstschutz, 5. Aufl., 1929, bespricht Prof. Funk kurz auch den Schaden durch Laubmoose im Nadelwald; er erwähnt aber nicht die Schädigung durch Moose im Forstgarten und führt als Literatur auch nur die Bekämpfung der Moose im Walde, welche Busse anstellte, auf. Seine sehr instruktiven Bilder zeigen auch nur die gewaltige Moosvegetation in Wäldern.

Berichte.

II. Krankheiten und Beschädigungen.

B) Parasitäre Krankheiten verursacht durch Pflanzen.

1. Durch niedere Pflanzen.

c. Phycomyceten.

Kenneth, S. Chester. A comparative Study of the three Phytophtora Diseases of Lilac and of their Pathogens. Aus Journal of the Arnold Arboretum. Vol. XIII. 1932. S. 232, mit 2 Tfln. (Pl. 46 und 47). Summary S. 265.

1. Vorliegende Abhandlung bringt eine vergleichende Untersuchung von drei, auf Flieder parasitierenden *Phytophthora*-Arten und über die, durch sie verursachten Krankheiten. Die in Betracht kommenden Pilze sind *Phytophtora Syringae* Kleb., *P. cactorum* (L. u. C.) Schroet. und eine dritte, hier vorläufig als Type A bezeichnete Art.

2. Bei der Untersuchung des physiologischen Verhaltens der drei Arten von *Phytophthora* ergaben sich folgende Resultate:

a) Hinsichtlich der Art und des Grades von Wachstum auf verschiedenen künstlichen Substraten unterscheidet sich *Phytophthora Syringae* deutlich durch ihre Reaktionen von den beiden anderen Arten, während die letzteren gewisse Unterschiede zeigten, im übrigen aber einander ziemlich ähnlich sind.

b) Was die Reproduktionsorgane auf verschiedenen künstlichen Nährböden anlangt, so zeigte sich *Phytophthora Syringae* entschieden als besondere Art, während nur kleine Abweichungen *Phyt. cactorum* und Typ A unterscheiden lassen.

c) *P. cactorum* und Typ A gediehen üppig bei Temperaturen bis 25° C., während *P. Syringae* bei dieser Temperatur kein Wachstum mehr aufwies. Die optimale Temperatur für die ersteren zwei Arten lag um 25° C herum, im Gegensatz zu *P. Syringae* mit 20° C.

d) Die Arten wiesen ähnliche Unterschiede auf gegenüber dem pH. *P. Syringae* gedieh gut zwischen pH 3,5 und pH 7,0, das Wachstum hörte so gut wie auf bei pH 7,5. *P. cactorum* wuchs sehr gut bei der untersten Stufe von pH 3,0 bis pH 10,0, während Typ A zufriedenstellend zwischen pH 3,0 und pH 9,5 gedieh.

Nebenbei wurden auch Untersuchungen mit Färbemitteln an lebenden Objekten mit *Phytophthora* angestellt. Die Vakuolen lassen sich mit Neutral-Rot aber nicht mit Methylrot färben, was beweist, daß die Vakuolen der drei *Phytophthora*-Arten zum Typ gehören, der von Bailey als Type B bezeichnet wird. Methylrot wurde von *P. Syringae* nicht aufgenommen, jedoch von den beiden anderen Arten. Die Oosporenwände an lebenden Objekten färbten sich leuchtend rot durch eine ganze Anzahl von Färbemitteln.

3. Die Morphologie der drei *Phytophthora*-Arten wurde ebenfalls einer Untersuchung unterworfen mit folgenden Resultaten:

a) Das Myzel der drei Arten zeigte nur kleine Abweichungen.

b) Die Sporangien unterscheiden sich deutlich im Hinblick auf die Art der Papillen bei der Zoosporenbildung. Diejenigen von *P. cactorum* unterschieden sich außerordentlich von denjenigen bei *P. Syringae* und Typ A, dadurch daß sie sehr weit hervorragten im Gegensatz zu den abgeflachten und wenig hervortretenden Papillen der beiden anderen Arten. Diese Eigenschaft war sehr auffallend und konstant und bildet ein äußerst nützliches Merkmal zur Unterscheidung der sonst gleichen *P. cactorum* und Typ A.

c) Die Fortpflanzungsorgane der drei Arten weisen nur wenige wichtige Unterschiede auf. Die Antheridien waren hauptsächlich paragyn und das Myzel homothallisch bei allen Arten. Nur in der Größe der Oosporen unterscheidet sich *P. Syringae* von den beiden anderen Arten.

4. Typ A ähnelt *P. cactorum* mehr wie allen anderen Arten desselben Genus. Typ A wird jedoch als eine neue Varietät von *P. cactorum* aufgefaßt, nämlich als *P. cactorum var. applanata*, wozu die Form der Papillen zusammen mit anderen kleinen Unterschieden berechtigt.

5. Die vergleichende Pathologie der drei *Phytophthora*-Arten auf Flieder wurde erforscht. *P. Syringae* unterscheidet sich auffällig von den anderen Arten durch die Weise seiner Schädigung, seiner Angriffe auf die Gewebe und die Jahreszeit seiner größten Aktivität. *P. cactorum* und *P. cactorum var. applanata* wirken sich pathologisch sehr ähnlich aus. Es wurden die Krankheitsanzeichen am Flieder bei den drei *Phytophthora*-Arten beschrieben und die Faktoren, welche zur Disposition für diese Krankheit führen, festgestellt, ferner wurde durch Infektionsversuche die Fähigkeit bestimmt, die die drei Arten unter verschiedenen Bedingungen besitzen, um die Krankheit hervorzubringen.

6. Durch vergleichende Studien der Pilze und der durch sie verursachten Krankheiten wurden die voraussichtliche Schwere der Krankheiten und die Bedingungen, unter welchen die Krankheiten die schlimmsten Zerstörungen verursachen, besprochen. Zum Schluß wurden Methoden erwähnt, die eine Bekämpfung der Krankheiten und eine Vorbeugung ermöglichen.

Elisabeth de Marées.

Verlag von Eugen Ulmer in Stuttgart, Olgastr. 83. — Druck von Ungeheuer & Ulmer, Ludwigsburg.